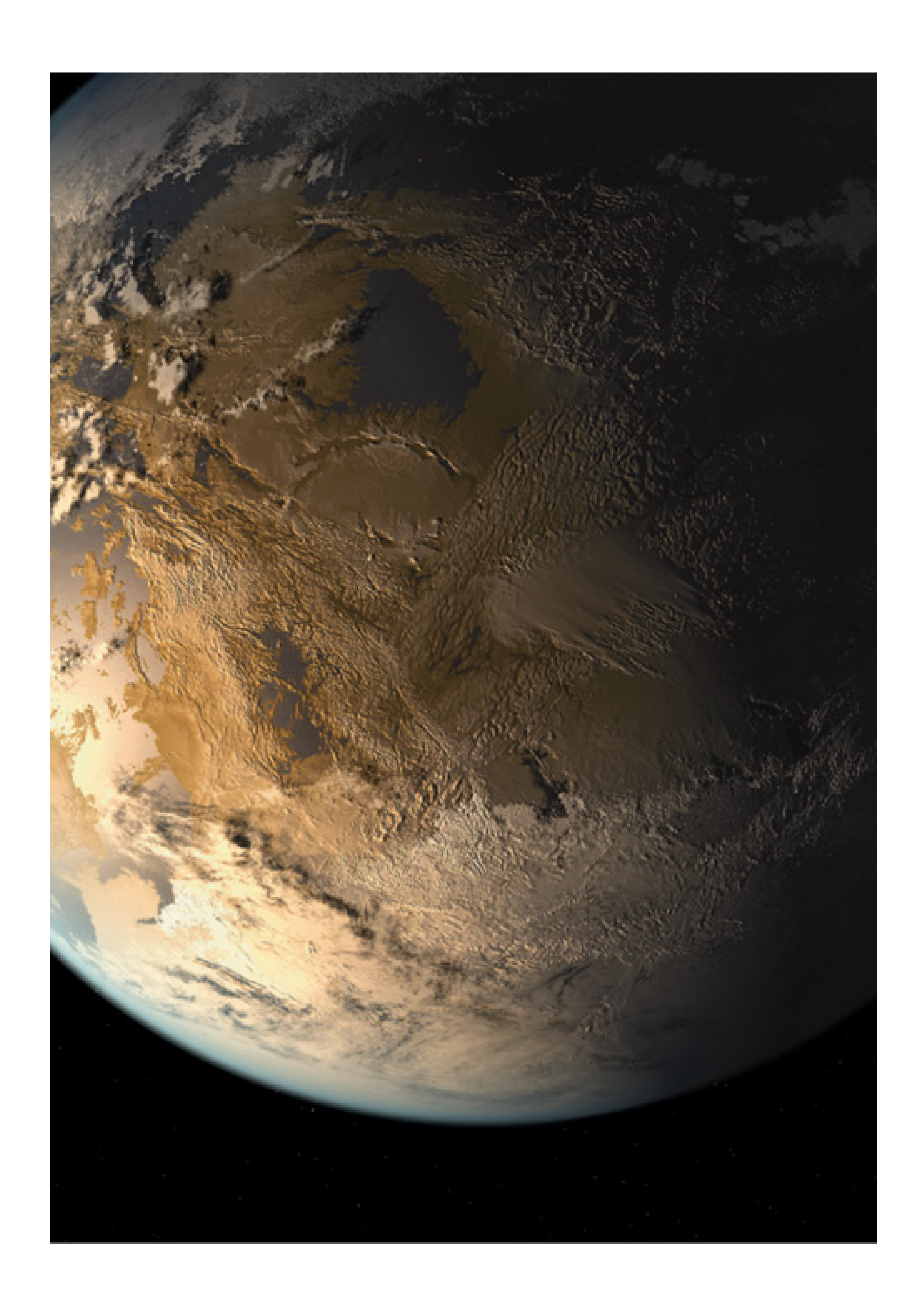
آن درويان

الكون

عوالم محتملة

دار نهضة مصر



الكَـوْنُ

|عوالمُ محتملة |

بقلم: آن درويان



.WASHINGTON, D.C



العنوان: الكون عوالم محتملة
ترجمة: أميرة علي عبد الصادق
مراجعة وتحرير: إدارة النشر والترجمة بدار نهضة مصر للنشر
إشراف عام: داليا محمد إبراهيم
”Original English title: Cosmos “Possible Worlds

الترقيم الدولي: **978-977-14-5993-4**
رقم الإيداع: **9800 / 2021**
الطبعة الأولى: يونيو **2021**



21 شارع أحمد عرابي - المهندسين - الجيزة
تليفون : **33466434 - 33472864 02**
فاكس : **33462576 02**

خدمة العملاء : **16766**

Website: www.nahdetmisr.com

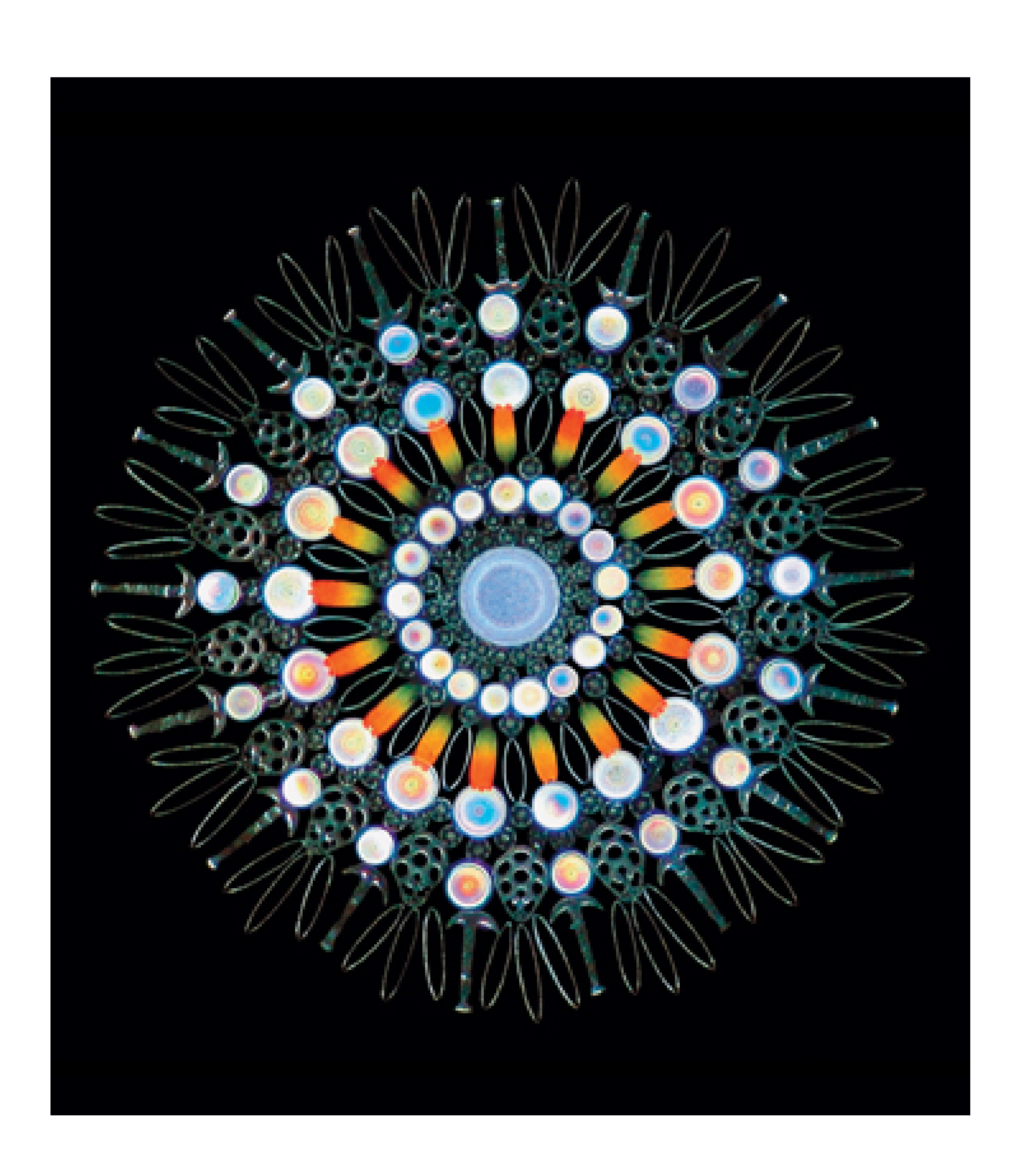
E-mail: publishing@nahdetmisr.com

المحتويات

إهداءٌ إلى

مَن يُحَلِّقْنَ إلى النجومِ

سارا، وزوي، ونورا، وهيلينا





التقويمُ الكونيُّ

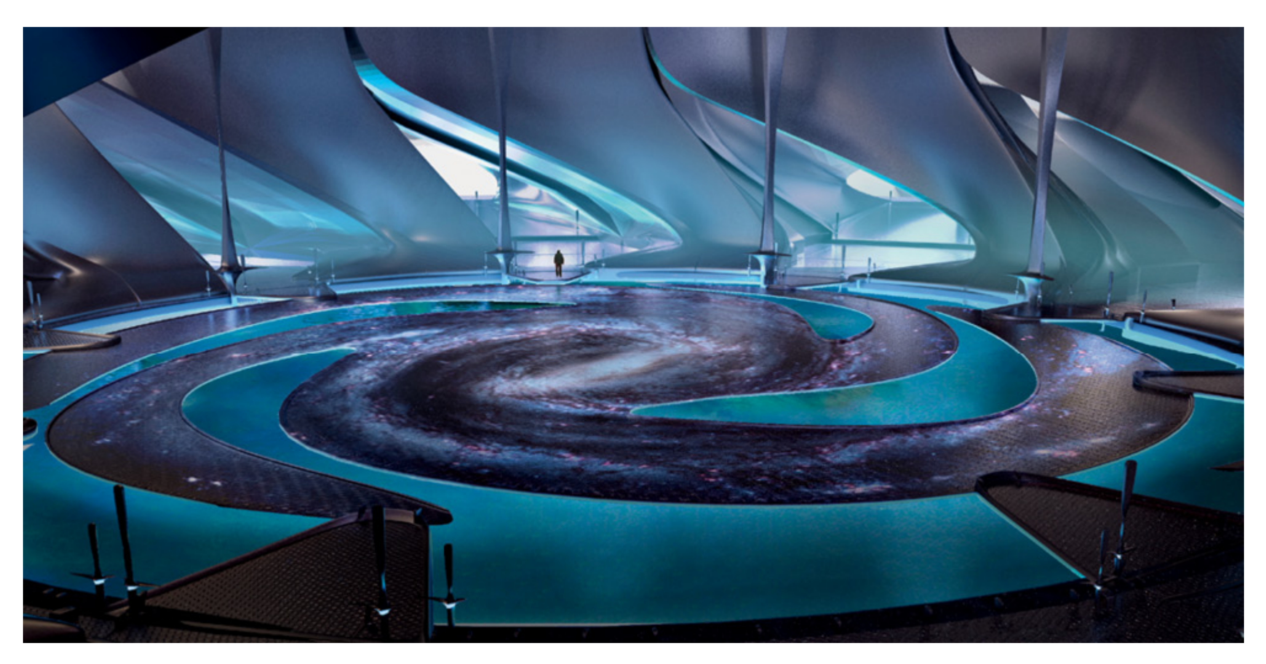
العام = 13.8 مليار سنةٍ – الشهر = 1.136 مليار سنة – الأسبوع = 265 مليون سنة – اليوم = 37.86 مليون سنة – الساعة = 1.578 مليون سنة – الدقيقة = 26294 سنة – الثانية = 438.23 سنة

صورة تقدِّمُ لمحةً سريعةً عن مرور الزمن، بدءًا من الانفجار العظيم حتى يومنا هذا؛ إذ تلخِّصُ أبرزَ أحداث التطور الكوني في عام تقويمي واحد. والومضة الصغيرة للغاية الموجودة في الركن الأيسر السفلي من الشكل تمثّل الوجود البشري بأكمله.



المعرضُ العالميُّ 2039

تخيّل معرضًا عالميًّا عام 2039 يرمزُ إلى التفاؤلِ وعجائبِ عالمِ المستقبلِ. يتوافدُ الزوّارُ على هذا المعرضِ، منبهرين بالسرادقاتِ الخمسةِ التي تحيطُ بحوضِ مياهٍ عاكسٍ بيضويٍّ ضخمٍ.



المعرضُ العالميُّ 2039

في سرادق العوالم المحتملة في هذا المعرض، يمكنك السير في الأذرع الحلزونية لمجرة درب التبانة لتلتقي بحضارات أخرى في المجرة وتقيّم فرصها في البقاء.



معرضُ نيويورك العالميُّ
عالم الغد
1939

ملصقٌ معاصرٌ يُوَضِّحُ الرمزينِ الشهيرينِ، تريلون وبيريسفير،

لمعرضِ نيويورك العالمي عام 1939.

| تمهيد |

لقد كنتُ طفلاً في عصرٍ سادَهُ الأملُ. أردتُ أن أكون عالمًا منذ أيامِ دراستي الأولى. وجاءتِ اللحظةُ الفارقةُ في ذلك الحلمِ عندما أدركتُ لأولِ مرةٍ أن النجومَ شموسٌ عظيمة، وتبيَّن لي إلى أي مدًى من المفترض أن تبعُدَ هذه النجوم، لتبدو نقاطًا ضئيلةً من الضوءِ في السماء. لست متأكدًا حتى مِن معرفتي معنى كلمةِ «علم» آنذاك، لكنني أردتُ بصورةٍ ما الانغماسَ في كل تلك العظمة. أَسَرَتْني روعةُ الكون، وفتَنَتْني احتماليةُ فَهم كيفيةِ عملِ الأشياءِ والمساعدةِ في حلِّ الألغازِ الغامضةِ واستكشاف عوالمَ جديدةٍ -ربما بالمعنى الحرفيِّ للكلمةِ. وقد حالَفَني الحظُّ بتحقيقِ جزءٍ مِن ذلكَ الحلم. ولا يزال افتتاني بالعلمِ مُتَّقِدًا وغضًّا كما كان في ذلك اليوم، قبل أكثرَ من نصفِ قرنٍ، عندما شاهدتُ عجائبَ المعرضِ العالميِّ عام 1939.

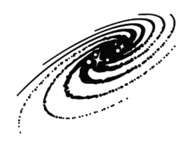
- كارل ساجان

«عالم تَسكنُهُ الشياطينُ»



رسمت فيوتشوراما، وهي مدينةٌ ظهرتْ في المعرضِ العالميِّ عام 1939، ملامح ما سيكونُ عليه العالمُ في عام 1960 من

طرقٍ سريعةٍ حديثةٍ متعددةِ المستوياتِ وناطحاتِ سحابٍ تعلوها الحدائقُ.



كانتْ ليلةً مطيرةً في مقاطعةِ كوينز عندمَا صارَ المستقبلُ مكانًا يُمكنُ للمرءِ زيارتُه. ولم يُثنِ هطولُ الأمطارِ الغزيرةِ -مع غروبِ الشمسِ على حديقةِ فلشنج مادوز- مائتي ألفِ شخصٍ تجمَّعوا هناك عن حضورِ حفلِ افتتاحِ معرضِ نيويورك العالميّ عام 1939، الذي كان شعارُه هو «عالمُ الغدِ». وقبلَ أن يُغلقَ المعرضُ أبوابَهُ في خريفِ عامِ 1940، كان قد انتقلَ 45 مليونَ زائرٍ إليه بما يمثِّله من أرضٍ موعودةٍ مُصَمَّمَة على طرازِ آرت ديكو.

كان أحدُ أولئكَ الزوارِ طفلاً في الخامسةِ من عمرهِ بلَغ والداهُ من الفقرِ ما جَعَلَهما يُحضرانِ معهُما للمعرضِ غِذَاءَهما في حقيبةٍ ورقيةٍ بنيةِ اللونِ. ولم يكنْ بمقدورِهما شراءُ طبقٍ مِن مثلجاتِ الشوكولاتةِ المُغَطَّاةِ بالكريمةِ المخفوقةِ الزَّغِبة، كما لم يكنْ بوُسعِهما شراءُ المصابيحِ اليدويةِ وميدالياتِ المفاتيحِ التي كان الطفلُ يرغبُ في الحصولِ عليها. واضطرَّ الطفلُ إلى الاكتفاءِ بالتفاحةِ التي أحضرَها والداهُ منَ المنزلِ كحلوَى له. وعلى الرغمِ من نوباتِ الغضبِ التي انتابَتْه، فلم يحصُلْ على أيِّ شيءٍ آخرَ باستثناءِ تحديدِ إحداثياتِ مسارِ حياتِه. ففي فناءِ قاعةِ الحياةِ الكهربائيةِ، سُمِح له بتشغيلِ شعاعٍ ضوئيٍّ موسيقيٍّ يعمَلُ بالأشعةِ تحتَ الحمراءِ، الأمرُ الذي سحرَهُ. لقد وَقَعَ في حبِّ المكانِ الذي يُسمَّى المستقبلَ، وأدرك أن السبيلَ الوحيدةَ للوصولِ إليه هو العلمُ. فالأحلامُ هي الخرائطُ التي نهتدي بها.

لقد كانتْ تطلعاتُ ذلك العالَمِ المحتملِ تتسمُ بالمساواةِ بقدرِ ما كانت تتسمُ بالطابعِ العلميِّ. فكانَ يُطلَقُ -في الواقعِ- على أحدِ مجتمعاتِهِ النموذجيةِ اسمُ «ديموقراسيتي» ؛ (أي المدينة الديمقراطية). لم يكنْ هذا العالمُ يحتوي على أحياءٍ فقيرةٍ، وإنما احتوَى على تلفزيوناتٍ وجهازٍ

لمعالجةِ الكلماتِ وروبوت. وفي ذلك المكانِ، رأى الناسُ لأولِ مرةٍ تلك الأشياءَ التي ستغيّرُ حياتَهم.

لكنْ في تلك الليلةِ الأخيرةِ من شهرِ إبريل، جاءَ الناسُ إلى المعرضِ للاستماعِ إلى أعظمِ عباقرةِ العلومِ -منذُ **إسحاق نيوتن**- وهو يُلقي بعضَ الكلماتِ عليهم. كان **ألبرت آينشتاين** سيفتَتِح فقرةً مؤثرةً ستعرِضُ قوَى الطبيعةِ كما لو أنها سبَّاحون يسبحونَ في تزامنٍ في عرضٍ للألعابِ المائيةِ. وكان مِن المخطَّطِ أن يقدِّمَ **آينشتاين** ملاحظاتٍ افتتاحيةً موجزةً، ويضغطَ على المفتاحِ الذي سيُضيءُ المعرضَ. وكان من المتوقَّع أن يكونَ المنظرُ أكبرَ وميضٍ لضوءٍ صناعيٍّ في التاريخِ التِّقَني، وأن يكونَ مرئيًّا من على بُعد نصفِ قطرٍ يبلغُ 40 ميلاً. لقد كان أمرًا مذهلاً، لكنَّه ليس بقدرِ إذهالِ مصدرِ هذهِ الإضاءةِ الساطعةِ غيرِ المسبوقةِ.

على الجانبِ الآخرِ من النهرِ الشرقيِّ في مانهاتن، كان بروفيسور **دابليو إتش بارتون** الابنُ - الذي يعَمل في قبةِ هايدن الفلكيةِ بالمتحفِ الأمريكـيِّ للتاريخِ الطبيعيِّ - يضبطُ الأدواتِ التي ستلتقِطُ صواعقَ البرقِ الغامضةَ من أجزاءٍ غيرِ معلومةٍ من الكونِ، وتُحولُها إلى ضوءٍ، مستوليةً بذلكَ على الطاقةِ منَ الكونِ مثلما سَرَق بروميثيوس النارَ من الآلهةِ.

قبل ذلك الحينِ ببضعةِ عقود، اكتشفَ عالِمٌ يُدعَى **فيكتور هِس** أنَّ الكونَ يتواصَلُ مع عالمِنا عدةَ مراتٍ يوميًّا. فكانتْ صواعقُ من الإشعاعِ تَتَّخِذُ شكلَ جُسَيماتٍ مشحونةٍ تضربُ الأرضَ. ويمكنُ أن يحتويَ بروتون واحدٌ على طاقةِ كرةٍ قاعدةٍ تُرمَى بسرعةِ 60 ميلاً في الساعةِ. وقد صار يُطلَق على هذه الأشعةِ اسمُ الأشعةِ الكونيةِ. تم تركيبُ ثلاثةِ عداداتِ جايجر كبيرةِ الحجمِ في قبةِ هايدن الفلكيةِ لالتقاطِ 10 إشعاعات كونيةٍ للافتتاحِ الكبيرِ للمعرضِ العالميِّ.

ما إن تلتقِطُ عداداتُ جايجر تلك الطاقةَ حتى كانت تُكبَّرُ عبر أنابيبَ مفرغةٍ ثم تُنقَلُ عبرَ شبكةٍ مِن الأسلاكِ إلى مقاطعةِ كوينز، حيث كانَ **آينشتاين** والجمهورُ ينتظرون. فكانتِ الأشعةُ الكونيةُ

هي التي تُقَدِّم الطاقةَ التي ستحوِّلُ الليلَ إلى نهارٍ، وتغمُرُ عالمًا جديدًا جعلَه العلمُ ممكنًا بضوءٍ يُعمي الأبصارَ.

لكن أولاً، كان على **آينشتاين** شرحُ الأشعةِ الكونيةِ للجمهورِ. وقد تلقَّى تعليماتٍ بألا تزيدَ كلمتُه على 700 كلمةٍ كحدٍّ أقصى. رفضَ في البدايةِ؛ إذ اعتقدَ أنَّ الأمرَ مستحيلٌ.. لقد مثَّلتِ الأشعةُ الكونيةُ لغزًا **لآينشتاين** ومعاصريه، وللمجتمعِ العلميِّ ككلٍّ، عندما بدأتُ في تأليف هذا الكتابِ- لكن كما هو الحالُ دائمًا مع البحثِ الدءوبِ للعلمِ- فبينما كنتُ أكمِلُ المسودةَ النهائيةَ لهذَا الكتابِ، تم الكشفُ عن أن الأشعةَ الكونيةَ قادمةٌ من مجراتٍ بعيدةٍ؛ تنتج عن بعضِ أكثرِ العملياتِ عنفًا في الكونِ.

رأى **آينشتاين** أنَّ 700 كلمةٍ لا يمكنُ أن تَكفي لشرحِ تعقيدِ هذه الظاهرةِ الغامضةِ. إلا أنه -قبلَ كلِّ شيءٍ- كان مؤمنًا بقوةٍ بأنَّ واجبَ العالِم هو التواصلُ مع الجمهورِ. ومن ثَمَّ، وافقَ على إلقاءِ الكلمةِ.

لك أن تتخيَّلَ تلك الليلةَ الأخيرةَ من شهرِ إبريل عام 1939. لقد كانتْ أمسيةً مشحونةً بالكثيرِ من التنبؤاتِ. كان العالمُ على بعدِ بضعةِ أشهرٍ فقط من احتلالِ ألمانيا لبولندا، الذي مثَّل بدايةَ الحربِ العالميةِ الثانيةِ؛ الكارثةِ الأكثرِ إراقةً للدماءِ في تاريخِ البشريةِ. لم يكنْ بإمكانِ **كارل ساجان** البالغِ من العمرِ خمسةَ أعوامٍ الحصولُ على حلوى فاخرةٍ أو تذكاراتِ المعرضِ العالميِّ التي أرادها بشدةٍ؛ لأن والدَيه وبقيةَ البشريةِ لم يكونوا قد تجاوزوا بعدُ الحرمانَ الذي أصابهم به أسوأُ كسادٍ اقتصاديٍّ حدثَ على الإطلاقِ. ففي ألمانيا، أدَّى التضخمُ الجامحُ في الثلاثينياتِ إلى تراجعٍ حادٍّ في قيمةِ النقودِ، لدرجةِ أنَّ شراءَ رغيفِ خبزٍ واحدٍ كان يتطلَّبُ حمولةَ عربةِ يدٍ كاملةً من النقودِ، الأمرُ الذي حوَّل السكانَ البائسين إلى دَهْمَاء. ومعَ ذلكَ على هذَا الكوكبِ الذي يوشكُ أن يُقتلَ من سكانِه 60 مليونًا، وأن يلحقَ عذابٌ لا يتخيَّلُه عقلٌ بعشراتِ الملايينِ الآخرينَ

-وفي عالمٍ يحملُ أكثرَ الاحتمالاتِ قتامةً بشأنِ المستقبلِ- اجتمع الناسُ بأعدادٍ هائلةٍ للاحتفالِ بالمستقبلِ.

مع غروبِ الشمسِ، اعتلَى **آينشتاين** المنصةَ أمام الميكروفون. كان قد بَلَغ الستينَ من عمرِه قبل ذلك الحدثِ بشهرٍ واحدٍ، وتمتَّع بالفعلِ بعقودٍ مِن أكثرِ أشكالِ الشهرةِ ندرةً، نالها بسببِ اكتشافاتِهِ لوقائعَ فيزيائيةٍ جديدةٍ على أكبرِ نطاقٍ ممكنٍ.

على مدى 2400 عامٍ، منذ عصرِ العبقريِّ الإغريقيِّ **ديموقريطوس**، وضعَ العلماءُ نظرياتٍ حولَ وجودِ وحداتٍ غيرِ مرئيةٍ من المادة تُسمَّى «الذرات»، لكن ما مِن أحد تمكَّن من إثباتِ أنَّ تلك الوحداتِ حقيقيةٌ. وعندما كانَ **آينشتاين** في الخامسةِ والعشرينَ من عمرِه، قدَّم أولَ دليلٍ قاطعٍ على وجودِ الذراتِ والمجموعاتِ الجامعةِ لها، ألا وهي الجُزَيْئاتُ، كما توصلَ أيضًا إلى قياسِ أحجامِها. وشكَّكَ في النظريةِ الموجيةِ السائدةِ للضوءِ، واقترحَ أنَّ الضوءَ ينتقِلُ في صورةِ حُزَم من الجسيماتِ تُسمَّى الفوتوناتِ. وقدَّم الأساسَ لميكانيكا الكمِّ، وتوسَّع في الفيزياء الكلاسيكيةِ عن طريقِ اكتشافِ الطاقةِ الكامنةِ في الجُسَيمات الساكنةِ.

أدرك **آينشتاين** أنَّ الجاذبيةَ تثني الضوءَ. والصيغةُ التي ابتكرها للتعبيرِ عن هذهِ الفكرةِ هي المعادلةُ التي يَعْرِفُها جميعُنا؛ لأنها أشهرُ بيانٍ عِلميٍّ/ رياضيٍّ على الإطلاقِ. لقد ارتقى بقانونِ نيوتن للجاذبيةِ الكونيةِ إلى مستوًى جديدٍ عندما فَهِمه بوصفِه خاصيةً للزَّمَكان. وكانَ ذلك بوابةَ الدخولِ إلى الفيزياءِ الفلكيةِ الحديثةِ، واستكشافِ أكثرِ الأماكنِ ظلمةً في الكونِ، حيث تَحْبِسُ الجاذبيةُ الضوءَ.

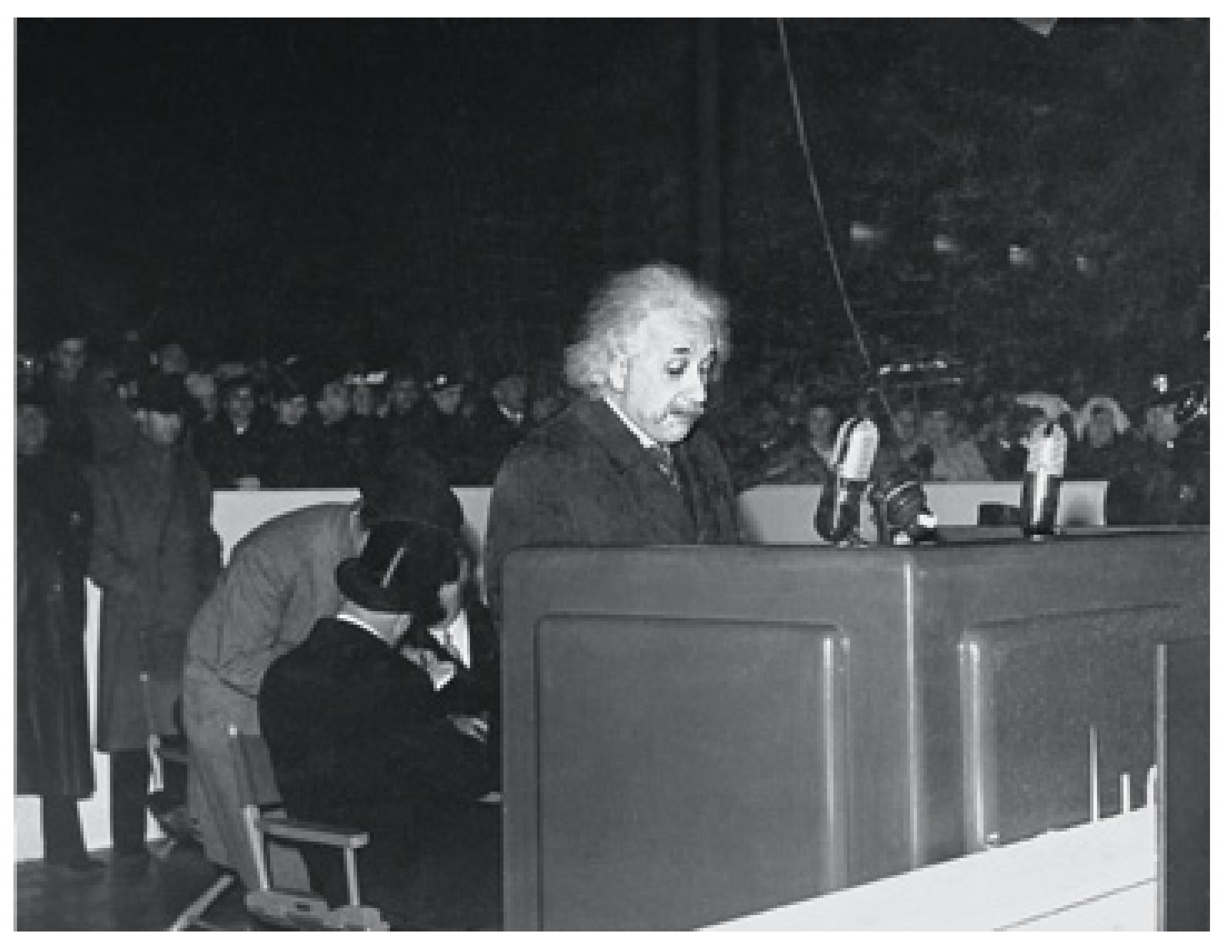
بدأ **آينشتاين** في التحدثِ. لم يكنْ مَن وَقَفوا تحتَ المطرِ آنذاكَ في تلك الليلة للاستماعِ إليه سوى نسبةٍ قليلة مِمَّن استمعوا إليه في الولاياتِ المتحدةِ وجميعِ أنحاءِ العالمِ في الإذاعة. أخبرَ **آينشتاين** الجماهيرَ بأنَّ **فيكتور هِس** - عالمَ الفيزياء النِّمساويَّ - اكتشفَ الأشعةَ الكونيةَ عن طريقِ القيامِ بعددٍ من الرحلاتِ الخطيرةِ بمناطيدِ الهواءِ الساخنِ التي تَصِل إلى ارتفاعاتٍ عاليةٍ في الفترةِ ما

بين عامَي 1911 و 1913، واستنفدَ **آينشتاين** بعضَ كلمتِهِ المقتضَبَة البالغةِ 700 كلمةٍ لتذكيرِ العالمِ بوضعِ **هِس** كمهاجرٍ «اضطُرَّ- شأنُه شأنُ الكثيرينَ - إلى التماسِ اللجوءِ في هذا البلدِ المضيافِ». وواصلَ حديثَه شارحًا ما يعرفُه العلماءُ بشأنِ الأشعةِ الكونيةِ، وختَمَ حديثَهُ بتوقُّعِ إمكانيةِ تقديمِها التفسيرَ وراء «البنيةِ الداخليةِ الأعمقِ للمادةِ».

دوَّى صوتُ مذيعٍ في تلك الليلةِ في مقاطعةِ كوينز قائلاً: «سوفَ نستعرضُ الآنَ أولئكَ الرسلَ بين الكواكبِ للكشفِ عن عالمِ الغدِ؛ أولُ شعاعٍ سنلتقطُه لا يزالُ يبعُدُ خمسةَ ملايين ميلٍ مسافرًا نَحْوَنا بسرعةِ 186 ألفَ ميلٍ في الثانيةِ». بدأ نداءً بالأسماءِ معَ وصولِ كلِّ شعاعٍ كونيٍّ وتسجيلِهِ بأحدِ عداداتِ جايجر. لكن عندَ الوصولِ إلى الشعاعِ العاشرِ وإدارةِ **آينشتاين** للزرِّ، كانَ الضغطُ عاليًا للغايةِ، بحيثُ لم يتحمَّلْه نظامُ الأسلاكِ؛ فانفجرتْ بعضُ الأضواءِ. لكنَّ الأمرَ ظلَّ مذهلاً مع ذلك، وانفتحَ البابُ المؤدِّي إلى المستقبلِ.

في اليومِ التالي، ذكرتْ صحيفةُ «نيويورك تايمز» أنه نظرًا لصعوبةِ لكنةِ **آينشتاين** وسوءِ مكبراتِ الصوتِ، لم يَسمعِ الحضورُ أكثرَ من الكلماتِ التي بدأ بها حديثَه، وهي: «إذا أُريد للعلمِ - على غرارِ الفنِّ - أن يؤديَ رسالتَه على الوجهِ الأكملِ، يجبُ أن تنفذَ إنجازاتُه إلى وعيِ الجمهورِ لا بشكلٍ سطحيٍّ فحسبُ، بلْ بمعناها الباطنيِّ أيضًا».

لقد كانَ ذلكَ -وسيظلُّ دائمًا- حلمَ سلسلةِ «الكون». عندَما صادفتُ كلماتِ **آينشتاين** التي نَطَقَ بها في تلك الليلةِ -ونادرًا ما يتمُّ اقتباسُها- في أثناءِ تصفُّحي العشوائيِّ لموقعِ يوتيوب في



أكثرُ العقولِ احترامًا في العالم يَفتتح معرض نيويورك العالميَّ عام 1939 بتحدِّي العلم.

إحدَى الساعاتِ المتأخرةِ منَ الليلِ، وجدتُ معتقدِي الذي اعتنقتُه في عملي على مدَى 40 عامًا من حياتِي. لقد كان **آينشتاين** يَحُثُّنا على تحطيمِ الأسوارِ المحيطةِ بالعلمِ التي أقصت وأخافَت الكثيرين منا؛ أي ترجمةِ الأفكارِ العلميةِ من المصطلحاتِ المتخصصةِ إلى اللغةِ المنطوقةِ التي نَتَشَارَكُها جميعًا؛ كي نتمكَّن من تبنِّي هذهِ الأفكارِ، ونتغيَّر عند مواجهتِنا الشخصيةِ للعجائبِ التي تكشِفُ عنها.

لقد وقعتُ في حبِّ **كارل ساجان** في عام 1977 في أثناءِ تعاوُنِنا في الرسالةِ التي أُرسِلت بين النجومِ على متنِ مسبارِ «فوياجر» التابعِ لوكالةِ ناسا. كان **كارل** -بحلولِ ذلك الوقتِ- عالمَ فيزياءَ فلكيةٍ ومحاورًا وباحثًا رئيسيًّا شهيرًا في بعثة المركبتين «فوياجر» الاستكشافيةِ المخططِ لها.وكنا قد تعاونًّا بالفعلِ في مشروعٍ تلفزيونيٍّ. لم يُنتَج هذا المشروعُ قطُّ، ولكنَّ تلكَ التجربةَ

منَ التفكيرِ معًا جعلتْ **كارل** يطلبُ مني أن أتولّى مهمةَ الإدارة الإبداعيةِ للرسالةِ التي ستُصبِح معروفةً باسمِ اللوحةِ الذهبيةِ.

تمثّلَتْ رؤيةُ **كارل** في أنه بمجردِ استكمالِ «فوياجر 1» لاستكشافِها التاريخيّ لِما كان يُعتبَر آنذاك المجموعةَ الشمسيةَ الخارجيةَ، وإرسالِ صورتِها الأخيرةِ لنبتون إلى الأرضِ- فإن عليها أن تُديرَ الكاميرا ناحيةَ الأرضِ لتوثيقِ عالمِنا. وعلى مدَى أعوامٍ، قام **كارل** بحملةٍ فرديةٍ داخلَ وكالةِ



تحمِلُ مركبتا «فوياجر 1» و«فوياجر 2» التابعتانِ لوكالة ناسا اللتانِ انطلقَتَا عام 1977 رسالةً معقدةً بين النجومِ إلى أعماقِ مجرةِ دربِ التبانةِ وخمسة مليارات عامٍ مستقبلاً. والنقوشُ الموجودةُ على الغطاء هي لغةٌ هيروغليفيةٌ علميةٌ تُشير إلى عنوانِنا في الكون وتعليماتِ تشغيلِ التسجيل.

ناسا وقُوبِل باعتراضاتٍ عنيفةٍ. فما القيمةُ العلميةُ التي يُمكن أن تحمِلَها مثلُ هذه الصورة؟ لكن **كارل** كان مقتنعًا بالأثرِ التحويليِّ المحتمَلِ لتلك الصورة، ولم يكُنْ ليَقْبَلَ بالرفضِ. وبوصولِ المركبةِ «فوياجر 1» إلى مستوى أعلى من مجموعتِنا الشمسية، خضعت وكالةُ ناسا لطلبِ **كارل**. وتم التقاطُ صورٍ لعوالمِ مجموعَتِنا الشمسيةِ تظهرُ في إحداها الأرضُ صغيرةً للغايةِ بحيثُ يُواجِهُ المرءُ صعوبةً في العثورِ عليها!

صارت صورةُ «النقطةِ الزرقاءِ الباهتةِ» وتأمُّل **كارل** النثريُّ عليها مَحَلَّ حبِّ العالمِ منذ ذلك الحينِ. فتجسِّدُ هذه الصورةُ مثالاً لنوعِ الإنجازاتِ التي أنظرُ إليها بوصفِها تحقيقًا لأملِ **آينشتاين** بشأنِ العلمِ. لقدْ صِرْنا بارعينَ بما فيه الكفايةُ لإرسالِ مركبةٍ فضائيةٍ بعيدًا إلى مسافةٍ تبلُغُ أربعةَ ملياراتِ ميلٍ، ونأمرُها بإرسالِ صورةٍ للأرضِ إلينا. ورؤيةُ عالمِنا كنقطةٍ صغيرةٍ واحدةٍ في ظلمةٍ حالكةٍ هي -في حدِّ ذاتها- رسالةٌ عن وضعِنا الحقيقيِّ في الكونِ، ويُمكن لأيِّ إنسانٍ فَهمُها على الفورِ؛ فما من حاجةٍ إلى درجةٍ علميةٍ متقدمةٍ لفَهمِ هذه الرسالةِ. ففي تلك الصورةِ، يتجلَّى لنا فجأةً على الفورِ «المعنى الباطني» لأربعةِ قرونٍ مِن الأبحاثِ الفلكيةِ. فتمثِّل تلكَ الصورةُ بياناتٍ علميةً وإبداعًا فنيًّا في الوقتِ نفسِه؛ إذ إنَّ لديها القدرةَ على التغلغلِ إلى أرواحِنا وتغييرِ وعينا. إنها أشبهُ بكتابٍ أو فيلمٍ عظيمٍ، أو أي عملٍ فنيٍّ مُهمٍّ. ويُمكن أن تنفُذَ إلى أفكارِنا الرافضةِ وتسمَحَ لنا بالشعورِ بشيءٍ ما حولَ الواقعِ، حتى وإن كان واقعًا قاوَمَهُ بعضُنا لفترةٍ طويلةٍ.

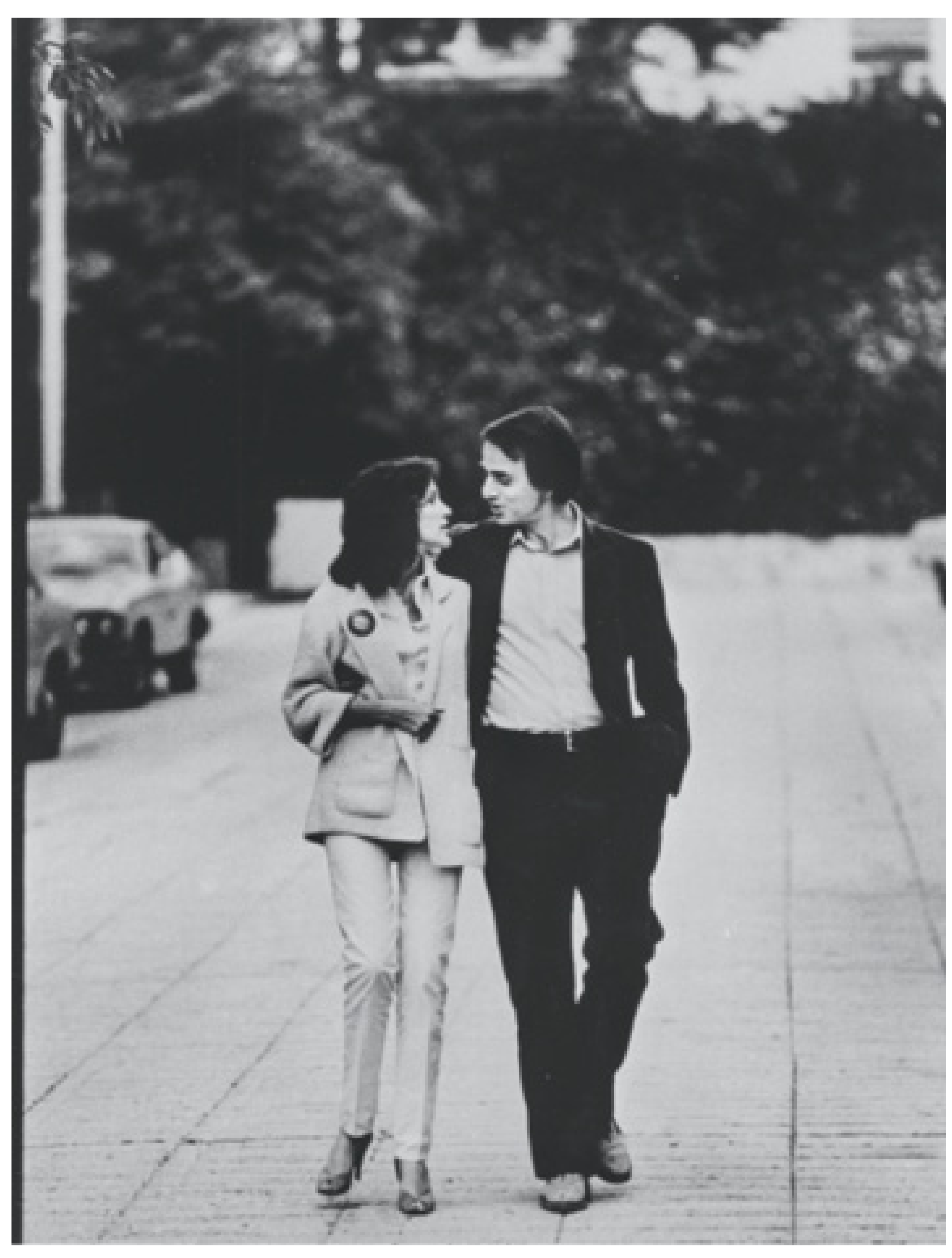
عالَمٌ بهذا الصغرِ لا يمكنُ أن يكونَ مركزَ الكونِ بكلِّ ما فيه، فتُعَدُّ النقطةُ الزرقاءُ الباهتةُ توبيخًا صامتًا للأصولِيّين والقوميينَ والملوِّثِين، وأيِّ شخصٍ لا يَمنحُ الأولويةَ لحمايةِ كوكَبِنا الصغيرِ هذا والحياةِ التي يدعَمُها في وَسَط هذه العتمةِ الباردةِ الهائلةِ. فما مِن مفرٍّ مِن المعنى الباطنيِّ لهذا الإنجازِ العلميِّ.

لم نكن نَعْرِفُ ذلك الاقتباسَ الصادرَ عن **آينشتاين** عندما بدأتُ أنا و**كارل** في كتابةِ برنامجِ «الكون» الأولِ في عامِ 1980 مع عالمِ الفلكِ **ستيفن سوتر**. لقد شَعَرْنا فقط بضرورةٍ ملحةٍ لمشاركةِ الوعيِ بقوةِ العلمِ، والتعبيرِ عنِ السموِّ الرُّوحيِّ الذي يَكشِفُه هذا الوعيُ عن الكونِ، والتشديدِ على التحذيراتِ التي كان يُوَجِّهها **كارل** و**ستيف** وغيرُهما من العلماءِ الآخرين بشأنِ تأثيرِ البشرِ على الكوكبِ. لقد عبَّر برنامج «الكون» عن تلك التحذيراتِ، لكنَّه زخر أيضًا بالأملِ، مع شعورِ اعتزازٍ بالنفسِ من جانبِ البشرِ بفضلِ نجاحِنا الجزئي في العثورِ على سبيلِنا في الكونِ، وشجاعةِ العلماءِ الذين تَجَرَّءُوا على الكشفِ عن حقائقَ محظورةٍ والتعبيرِ عنها.

قُوبِل كتابُ «الكون» والبرنامجُ التلفزيونيُّ الأولُ في السلسلةِ الذي يحملُ العنوانَ ذاتَه - اللذان صَدَرا عامَ 1980 وحازَا جوائزَ - بحفاوةٍ مِن مئاتِ الملايينِ مِن الناسِ حولَ العالمِ. ووفقًا لمكتبةِ الكونجرس، يُعَدُّ هذا الكتابُ واحدًا من بين «88 كتابًا شكَّلت أمريكا»، ويندرجُ تحتَ الفئةِ ذاتِها لكتبٍ أخرى مثل «المنطقِ السليمِ» و«الفيدرالي» و«موبي ديك» و«أوراقِ العُشب» و«الرجلِ الخفيِّ» و«الربيعِ الصامتِ».

انتابني إذنْ أنا و**ستيف** قدرٌ لا بأسَ به منَ الخوفِ عندَما تَوَلَّينا، بعد اثنيْ عشر َعامًا من وفاةِ **كارل**، إنتاجَ 13 ساعةً أخرى من السلسلةِ بعنوانِ «الكون: رحلةٌ في الوقتِ والفضاءِ». وكان الكابوسُ المرعبُ الذي انتابني على مدَى الأعوامِ الستةِ التي استغرقتُها لكتابةِ ذلك الجزءِ وإنتاجِه هو أن تنعكِسَ أوجهُ قصوري الشخصيةُ انعكاسًا سيئًا على **كارل** الذي لا حدودَ لحبِّي له وافتتاني به.

يُمثِّلُ هذا الجزءُ -وهو الثالثُ في سلسلةِ رحلاتي على متنِ «سفينة الخيال»- العامَ الأربعينَ لكتابَتِي سلسلةَ «الكون». و«السفينة» و«التقويم الكوني» ليسا الأداتَيْنِ الوحيدتَيْنِ من الرحلاتِ السابقةِ؛ فبعضُ المجازاتِ والحكاياتِ والأدواتِ التعليميةِ - من وجهةِ نظري - لديها قدرةٌ تفسيريةٌ لا نظيرَ لها، ومن ثمَّ فإنني أحملُها معي في هذه الرحلةِ أيضًا. وبالتالي، ستكونُ هناكَ حتمًا بعضُ التَّكراراتِ والتداخلِ مع مفاهيمَ سبقَ أن عبَّرتُ عنها أنا و**كارل**، لكنها أكثرُ إلحاحًا الآنَ من ذي قبلُ.



آن درويان وكارل ساجان في عام 1980 في أثناءِ إنتاجِ برنامج
«الكون: رحلة شخصية» في لوس أنجلوس

لقد حظيتُ مجددًا بمعاونين رائعينَ، ولا أزالُ أشعرُ بالقلقِ حِيالَ عدمِ ارتقائي إلى مستواهُم. وعلى الرغمِ من ذلكَ، فقد حَقَّقتُ تقدمًا معَ الوقتِ.

نشعُر جميعًا بالخوفِ الذي يُضفيه حاضرُنا على مستقبلِنا. جزءٌ منا يدركُ أنه ينبغِي علينا أن نُفيقَ ونقومَ بفعلٍ ما، وإلا فسنعَرِّضُ أطفالَنا لمخاطرَ وصعابٍ لم نُواجِهْها قطُّ من قبلُ. كيف نُوقظ أنفسَنا من سُبَاتِنا ونتفادَى التعرضَ دونَ وعيٍ منا لكارثةٍ مُناخيةٍ أو نوويةٍ قد لا يمكنُ حَلُّها قبلَ أن تقضيَ على حضارتِنا وعددٍ لا يُحصَى من الأنواعِ الأخرى غيرنا؟ كيف نتعلَّمُ تقديرَ الأشياءِ التي لا يُمكنُنا العيشُ بدونها -مثلَ الهواءِ والماءِ والنسيجِ الداعمِ للحياةِ على الأرضِ والمستقبلِ- أكثرَ من تقديرِنا للمالِ وسبلِ الراحةِ قصيرةِ المدى؟ لا شيءَ أقلُّ من صحوةٍ روحيةٍ عالميةٍ يمكنُ أن يُحوِّلَنا إلى ما ينبغي أن نكونَ عليه.

العلمُ، شأنُه شأْنُ الحبِّ، وسيلةٌ لتحقيقِ ذلكَ السموِّ؛ أي تلكَ الخبرةِ المتساميةِ لتفردِ العيشِ بصورةٍ كاملةٍ. إنَّ النهجَ العلميَّ في التعاملِ معَ الطبيعةِ وفهمِي للحبِّ متشابهانِ؛ فالحبُّ يتطلبُ منَّا تجاوزَ التوقعاتِ الصِّبيانيةِ لآمالِنا ومخاوفِنا الشخصيةِ كي نتقبَّلَ حقيقةَ الطرفِ الآخرِ. وهذا النوعُ مِن الحبِّ غيرِ المتزعزعِ لا يتورعُ أبدًا عن إمعانِ التعمقِ للوصولِ إلى ارتفاعاتٍ أكبرَ.

هذه بالضبطِ الطريقةُ التي يُحِبُّ بها العلمُ الطبيعةَ. إن هذا الافتقارَ إلى الوجهةِ النهائيةِ، وإلى وجودِ حقيقةٍ مطلقةٍ، هو ما يَجْعَلُ العلمَ منهجيةً قيِّمة للبحثِ المقدَّس. إنه درسٌ لا ينتهي أبدًا في التواضعِ. إن رحابةَ الكونِ والحبَّ - الشيءُ الذي يجعَلُ من الممكنِ إدراكَ تلكَ الرحابةِ - لا يمكنُ للمتعجرفِ إدراكُها. لا يسمحُ هذا الكونُ بأن يتعمَّقَ فيه تعمقًا كاملاً إلاَّ مَن يَستمعون بعنايةٍ للصوتِ الداخليِّ الذي يُذَكِّرنا دائمًا بإمكانيةِ أن نكونَ مخطئين. يجبُ أن يكونَ الشيءُ الحقيقيُّ أهمَّ لنا مما نأمُلُ في الاعتقادِ به. لكن كيفَ نُميِّزُ بينَ الاثنين؟

أعرفُ طريقةً للكشفِ عن الظلامِ الذي يَحُولُ دُون تمتعِنا بخبرةٍ كاملةٍ عن الطبيعةِ. وتتمثلُ هذه الطريقةُ في القواعدِ الأساسيةِ لكيفيةِ ممارسةِ العلومِ؛ وهي: اختبارُ الأفكارِ بالتجربةِ

والملاحظةِ، والبناءُ على الأفكارِ التي تَجتازُ الاختبارَ، ورفضُ تلك التي تفشَلُ فيه، واتباعُ الأدلةِ إلى حيثُ تقودُنا، والبحثُ في المسلماتِ. إذا اتبعنا هذه القواعدَ، فسيمكنُنا فهمُ أبعادِ الكونِ.

أنا لستُ عالمةً، وإنما مجردُ متصيدةٍ وجامعةٍ للقِصص. والقِصصُ التي أُقَدِّرها أقصَى تقديرٍ هي تلكَ التي تتعلَّقُ بالباحثينَ الذين ساعَدُونا في الكشفِ عن طريقِنا في المحيطِ المظلمِ العظيمِ والجزرِ المضيئةِ التي خلَّفوها لنا وسطَ ذلك المحيطِ.

يتناولُ هذا الكتابُ قصصَ باحثينَ تجرءوا على خوضِ محيطِ الكونِ الذي لا حدودَ له. سننطلقُ معًا في رحلةٍ إلى العوالمِ التي اكتشفوها؛ عوالمَ مفقودةٍ، وعوالمَ لا تزالُ تزدهِرُ، وعوالمَ لم تظهَرْ بعدُ إلى الوجودِ.

في الصفحاتِ التاليةِ، أودُّ إخبارَكُم بقصةِ العبقريِّ المجهولِ الذي أَرسل خطابًا قبل 50 عامًا إلى المستقبلِ ووجَّه بعثةَ **أبولو** الناجحةَ إلى القمرِ. كما سأروي لكم قصةً أخرَى عن عالمٍ تواصلَ مع شكلٍ قديمٍ من أشكالِ الحياةِ يستخدمُ –مثلَنا تمامًا- لغةً رمزيةً للتواصلِ؛ إذ تَعيشُ هذهِ الكائناتُ- التي تقومُ بعملياتٍ حسابيةٍ متأملةٍ موجهةٍ بالفيزياءِ وعلمِ الفلكِ- ملتزمةً بنظامٍ ديمقراطيٍّ اتفاقيٍّ من شأنهِ أن يشعِرَنا بالخجلِ.

أودُّ اصطحابَكُمْ إلى العوالمِ التي سَمَحَ لنا العلم بتخَيُّلها وإعادتِها إلى الحياةِ، بل زيارتِها، مثلَ العالَمِ الذي تُمطر سماواتُه ماسًا، والمدينةِ القديمةِ في قاعِ البحرِ التي ربما بدأتْ فيها الحياةُ على كوكبِ الأرضِ. أودُّ أن تَشْهَدوا ما قد يُعَدُّ العلاقةَ الأكثرَ وثاقةً بينَ النجومِ في الكونِ، وهي العلاقةُ بينَ نَجمين يَجْمَعُهما عناقٌ أبديٌّ ويصِلُ بينهما جسرٌ من نارٍ يبلُغُ طولُهُ ثمانيةَ ملايينِ ميلٍ.

فلْنَتَنصَّتْ معًا على الشبكةِ الأرضيةِ العالميةِ الخفيةِ التي تُمثِّل تعاونًا قديمًا بين ممالكِ الحياة. أودُّ إخبارَكم أيضًا بقصةِ العالِمِ غيرِ واسعِ الشهرةِ الذي قدَّم لنا المفتاحَ لعالَمٍ مفقودٍ منذُ زمنٍ

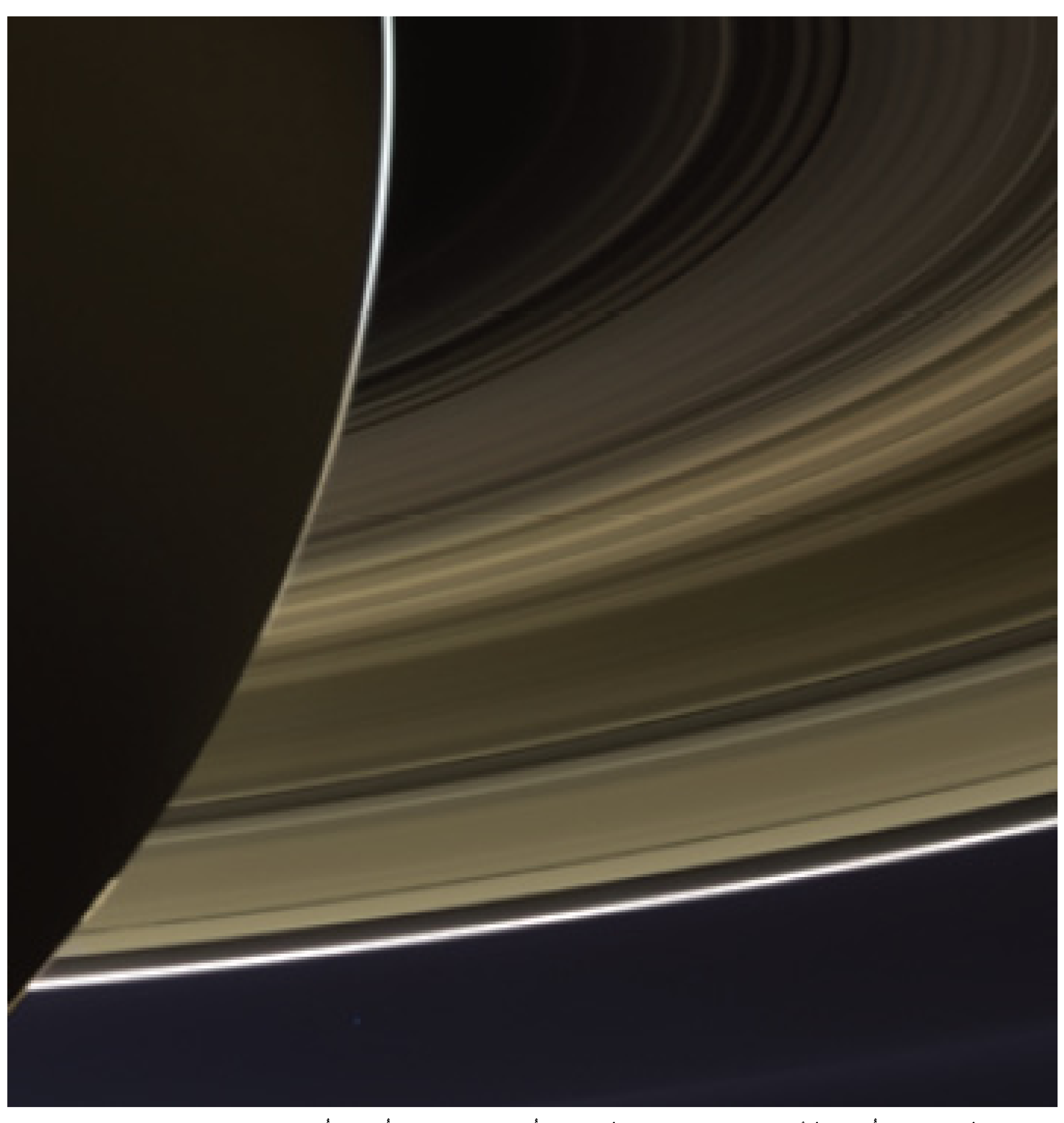
طويلٍ. لقد كشَفَ ذلك الرجلُ نفسُه عن ثغرةٍ منطقيةٍ في الواقعِ قبلَ أكثرَ من 200 عامٍ، وهي الثغرةُ التي ما زالتْ لم تُفسَّرْ بعدُ، على الرغمِ من بذلِ **آينشتاين** أقصَى جهودِهِ لحلِّها!

أكثرُ قصةٍ تُدمي قلبي هي قصةُ شَغَف الرجلِ الذي اختارَ أن يموتَ ميتةً بشعةً بطيئةً على أيدي أحدِ أكثرِ القتلةِ بشاعةً في التاريخِ، وكان بإمكانِهِ إنقاذُ نفسِهِ بأن يقولَ كِذبة علميةً، لكنَّه لم يَستطِعْ فعلَ ذلك ببساطةٍ. وتَبِع تلاميذُه خطاه عن طيبِ خاطرٍ نحوَ الشهادةِ لحمايةِ ما لم يَكُنْ يَعني لهم شيئًا أكثرَ من مجردِ فكرةٍ مجردةٍ؛ ألا وهي فكرةُ الأجيالِ القادمة؛ أي نحنُ.

ينقُلُنا هذا إلى العالمِ المحتملِ الذي يُثيرُ حماسِي أكثرَ مِن أيِّ شيءٍ آخر؛ إنه المستقبلُ الذي ما زال بإمكانِنا عيشُهُ على هذا الكوكبِ. إنَّ سوءَ استخدامِ العلمِ يُعَرِّضُ حضارتَنا للخطرِ، ولكن العلمَ لديه أيضًا قوًى تعويضيةٌ، فيُمكِنُه تنظيفُ غِلافٍ جويٍّ مُثقَّلٍ بثاني أكسيد الكربون، ويُمكنه تحريرُ الحياةِ للقضاءِ على السمومِ التي نَشَرَها البشرُ بكل إهمالٍ ولا مبالاةٍ. وفي مجتمعٍ يطمَحُ لأن يُصبِحَ ديمقراطيًّا، يُمكن أن يحوِّلَ جمهورٌ يحظَى بالوعيِ والحافزِ ذلك العالمَ الممكنَ إلى واقعٍ.

هذه قِصصٌ تجعلُني أكثرَ تفاؤلاً بشأنِ مستقبلِنا. ومِن خلالها، تَوَصَّلْتُ إلى عمق الشعورِ برومانسيةِ العلمِ وتأمُّلِ كوني أحيا في هذهِ اللحظةِ الراهنةِ، وفي هذه الإحداثياتِ، تحديدًا في الزَّمَكان، حياةً أقلَّ وَحدةً وأكثرَ أريحيةً في الكونِ.

- آن درويان



حلقاتُ زُحَلَ المذهلةُ التي تُعَدُّ قوسَ قزحٍ للجاذبيةِ. تُقدِّمُ مركبةُ كاسيني الفضائيةُ التابعةُ لوكالة ناسا، في هذا الشكل، منظرًا للنقطةِ الزرقاءِ الباهتةِ، أي الأرض، من على بُعدِ نحوِ 900 مليون ميل

| الفصلُ الأول |

سُلم إلى النجـــومِ

الكلُّ كِيان واحد، وهذا ليس قولي.. وإنما قول العالم

- هرقليطس، حوالي عام 500 قبلَ الميلادِ

لأغلبِ الوقتِ منذُ ظهورِ النوعِ البشريّ، عِشنا صيَّادين وجامعين للطعامِ ... وكانت حدودُنا الأرضَ والمحيطَ والسماءَ ...

... هل نستطيعُ - نحنُ البشرَ الذين لا نستطيع حتى إرساءَ النظامِ في كوكبنا - خوضَ غمارِ الفضاءِ، وتحريكَ العوالمِ، وإعادةَ تصميمِ الكواكبِ، والانتقالَ إلى أنظمةٍ نجمية مجاورة؟

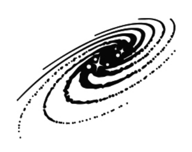
... بحلولِ الوقتِ الذي نُصبح فيه مستعدينَ لاستيطان حتى أقربِ الأنظمةِ الكوكبية إلينا، سنكونُ قد تغيَّرنا. سيكونُ التتابعُ البسيطُ للأجيالِ العديدةِ قد غيَّرَنا. ستكونُ الضرورةُ قد غيَّرَتْنا؛ فنحن نوعٌ يَتَكَيَّفُ مع أوضاعِه.

... بسببِ كلِّ إخفاقاتِنا، وعلى الرغمِ مِن أوجهِ عجزِنا وكونِنا عرضةً لارتكابِ الأخطاءِ، فإننا -كنوعٍ بشريٍّ- قادرون على تحقيقِ أمورٍ عظيمةٍ ... فإلى أي مدًى سيصلُ نوعُنا الرحَّال بحلولِ نهايةِ القرنِ القادمِ والألفيةِ القادمةِ؟

- كارل ساجان، «نقطةٌ زرقاءُ باهتةٌ»



طريقٌ في صحراءِ أتاكاما بشيلي يَظهرُ بنهايتِه نجمُ قَلْبِ العقربِ، أعلَى اليسارِ، أحدُ أكبرِ النجومِ في مجرةِ دربِ التبَّانة، على الرغمِ من بُعدِه عنِ الأرضِ بأكثرَ مِن 600 سنةٍ ضوئيةٍ.



إنَّ البشرَ حديثُو عهدٍ بالفضاءِ السحيقِ؛ فنحنُ نتعلَّقُ بأرضِنا كما يتعلَّقُ الطفلُ برداءِ أمِّه، ولا يُفلِتُه إلا كلَّ حينٍ، وسرعانَ ما يتذكَّرُ بعد ذلك خَوْفَهُ، ويُهرول عائدًا إليها ملتمسًا حمايتَها!

قبلَ قرنٍ مِن الزمانِ، قامَ البشرُ بعددٍ مِن الزياراتِ المتسلسلةِ قصيرةِ المدَى إلى القمرِ. وصارتْ، منذ ذلكَ الحينِ، رحلاتُنا الاستكشافيةُ تقومُ بها الروبوتاتُ بدلاً من البشرِ. ففيعام 1977، أطلَقْنا مسبار «**فوياجر 1**»، وهو أكثرُ مبعوثٍ روبوتيٍّ جرأةً أرسلتْه البشريةُ إلى الفضاءِ على الإطلاق؛ إذ أُرسِل لمسافةٍ تَفوقُ أيَّ شيءٍ وصلْنا إليه، متجاوزًا الرياحَ الشمسيةَ حتى وَصَل إلى أعماقِ ما بينَ النجومِ.

لكنَّ شمسَنا ليستْ سوى أقربِ النجومِ لنا. وبالسرعةِ التي يَنطلقُ بها «فوياجر 1»، التي تبلغُ 38 ألفَ ميلٍ في الساعةِ، سيستلزمُ الأمرُ منه نحوَ 80 ألفَ عامٍ ليصلَ إلى أقربِ نَجْمٍ بعدَ الشمسِ، وهو قنطورٌ الأقربُ. وهذه ليستْ سوَى رحلةٍ مِن نجمٍ لآخرَ في مجرةِ دربِ التبَّانةِ؛ تلك المجموعةِ المزدحمة بمئاتِ الملياراتِ من النجومِ. ومجرتُنا -دربُ التبَّانة- ليست سوى مجرةٍ واحدةٍ مِن بينِ ما قدْ يبلغُ تريليونَ مجرةٍ، بل تريليوني مجرةٍ إذا حَسَبنا كلَّ المجراتِ القزمةِ التي اندمجتْ في المجراتِ الأكبرِ حجمًا مثل مجرتِنا. وتُقدِّم لنا هذه الملاحظاتُ كونًا يشملُ ملياراتِ التريليوناتِ من النجومِ وعددًا من العوالمِ المحتملةِ ربما يَزيد على هذا آلافَ المراتِ!

إنَّ هذا ليسَ سوَى الجزءِ الذي يُمكننا رؤيتُه من الكونِ. فمعظمُ الكونِ يُخفيه عن أعيننا بُعدُ الزمانِ والمكانِ؛ فقد دَفَع تمدُّدُ نسيجِ الزَّمَكانِ المبكرُ الأسرعُ مِن الضوءِ أحجامًا ضخمةً من الكونِ بعيدًا عما يُمكن لأقوى تليسكوباتِنا رصدُه. وثمةَ احتمالٌ أن كونَنا بالكاملِ -ذلك المكانَ الضخم على نحوٍ مذهلٍ في نظرِنا- ليس سوَى شذرةٍ صغيرةٍ بين أكوانٍ متعددةٍ تَفُوقُ ما يُمكنُنا إدراكُه أو تخيلُه. ولا عجبَ أنَّنا نَشعُرُ بالخوفِ ونتعلَّق بأوهامِنا حولَ مركزيتِنا ومكانتِنا الرفيعةِ

بين الخلقِ. والسؤالُ هنا هو: في ظلِّ هذا الواقعِ المذهِلِ، كيف يُمكِنُ لكائناتٍ ضئيلةٍ مثلِنا تضلُّ طريقَها دائمًا على هذه البقعةِ الصغيرةِ للغايةِ مِن الكونِ أن تشعُرَ بأن الكونَ موطنٌ لها؟

منذُ نشأةِ البشريةِ ونحنُ نروِي لأنفسِنا قِصصًا لتُساعدَنا على التكيُّفِ مع خوفِنا من الظلامِ. و«الظلام» كيفٌ، وليس كمًّا. فالليلُ في غرفةِ نومِ أيِّ طفلٍ هو كونٌ في حدِّ ذاتِه. ونوعُنا البشريُّ الذي تُوَجِّهُه القِصصُ يهتدِي سبيلَه عن طريقِ تحليلِ الظلامِ إلى سردياتٍ. وقبلَ وجودِ العلمِ، لم تكنْ ثمةَ طريقةٌ لاختبارِ دقةِ تعبيرِ قِصَصِنا عن الواقعِ. فقد كان محيطُ الزَّمَكان يَجرِفُنا في السابقِ دونَ أن تكونَ لدينا أدنى فكرةٍ عن مكانِ أو زمانِ وجودِنا حتى بدأتْ أجيالٌ مِن الباحثينَ في تحديدِ إحداثياتِنا.

ويرجِعُ الفضلُ في آخرِ ما توصَّل إليه فَهمنا بشأنِ عمرِ الكونِ إلى القمرِ الصناعيِّ «بلانك» التابعِ لوكالةِ الفضاءِ الأوروبيةِ، الذي مَسَح السماءَ كلَّها لأكثرَ مِن عامٍ، وقاس بدقةٍ الضوءَ الذي انبعثَ لأولِ مرةٍ عندما كان الكونُ لا يزال وليدًا؛ أي بعدَ الانفجارِ العظيمِ بـ 380 ألفَ عامٍ. وكشفَتْ بَعثةُ «بلانك» عن كونٍ يبلُغُ عمرُهُ في الواقعِ 13.82 مليار سنة؛ أي أكبرَ بمائةِ مليونِ سنة عما اعتقدَهُ العلماءُ في السابقِ.

وهذا أحدُ الأمورِ التي أُحِبُّها بشأنِ العلمِ. فعندَ اكتشافِ دليلٍ على زيادةِ عُمرِ الكونِ بمقدارٍ ضئيلٍ، لم يَظهرْ علماءُ يحاولونَ دحضَه. فبمجردِ التثبتِ من صحةِ هذه البياناتِ الجديدةِ، تبنَّى هذه المراجعةَ لفَهمنا المجتمعُ العلميُّ بأكمِله. وهذا الموقفُ الثوريُّ دائمًا للعلم، وهذا التقبلُ للتغييرِ، والذي يمثِّلُ جوهرَهُ، هو ما يجعلُه فعَّالاً للغايةِ.



تبدأُ القصةُ العلميةُ للزمنِ منذُ أمدٍ بعيدٍ، وهوَ ما يجعلُنا بحاجةٍ إلى تقسيمِها من منظورٍ بشريٍّ. لذا، يترجِمُ التقويمُ الكونيُّ الزمنَ بالكاملِ؛ أي قصةَ الزمنِ العلميةَ التي تمتدُّ 13.8 مليار عامٍ، إلى شيءٍ يُمكنُنا جميعًا فَهمُه، ألا وهو عامٌ واحدٌ مِن الأعوامِ على كوكبِ الأرضِ. فيبدأُ الزمنُ

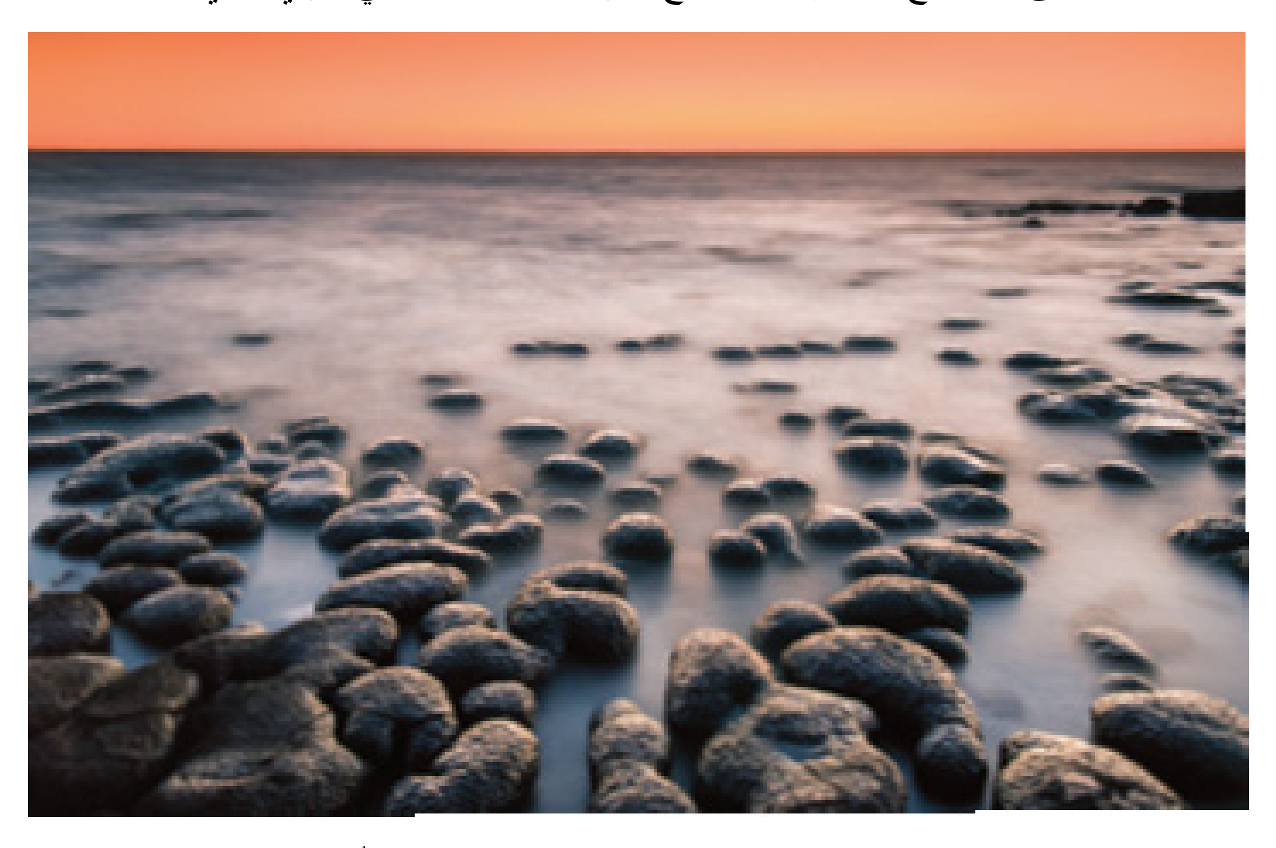
في الجانبِ الأيسرِ العلويِّ من التقويمِ بالانفجارِ العظيمِ يومَ 1 يناير، وينتهي في منتصفِ ليلِ يوم 31 ديسمبر في الجانب الأيمنِ السفليّ. وفي هذا المقياسِ، يمثّلُ كلُّ شهرٍ ما يزيدُ قليلاً على مليارِ سنةٍ. وكلُّ يومٍ يمثِّل 38 مليونَ عامٍ، وكلُّ ساعةٍ تبلُغ نحوَ مليونَي عامٍ، وكلُّ دقيقةٍ كونيةٍ 26 ألفَ عامٍ. والثانيةُ في العامِ الكونيِّ تَستغرِقُ 440 عامًا؛ أي أكثرَ بقليلٍ من الوقتِ الذي مرَّ منذُ أن نظرَ **جاليليو** عبر تليسكوبه للمرةِ الأولى.

لهذا، يحمِل التقويمُ الكونيُّ معنى كبيرًا في نظري. فعلى مدى أولِ تسعةِ ملياراتِ عامٍ من الزمنِ، لم يكُنْ لكوكبِ الأرض وجودٌ. ولم يحدُثْ ذلك إلا بعد انقضاءِ ثُلُثي العامِ الكونيِّ؛ أي بحلولِ نهايةِ فصلِ الصيفِ يوم 31 أغسطس، حيث تكوَّنَ عالمُنا الصغيرُ مِن قرصِ الغازِ والغبارِ المحيطِ بالشمسِ. ولم يكنْ أيُّ شيءٍ ذِي صلةٍ بالبشرية موجودًا في معظمِ تاريخِ الكونِ. وأعتقِدُ أن في ذلك مَدعاةً كبيرةً لنا للتواضعِ.

لقد شَهِد كوكبُنا أحداثًا عنيفةً للغايةِ لفترةٍ طويلةٍ على مدى أولِ مليارِ سنةٍ مِن عمرِه. ففي البدايةِ، كانتِ الأرضُ جزءًا من التصادماتِ التي كانتْ تحدثُ بينَ العوالمِ الجديدةِ التي نظَّفَت مداراتِها من معظمِ الحطامِ المحيطِ بها. وبعد ذلكَ، تأثَّر الكوكبُ على الأرجحِ بالفوضَى التي انتشرتْ في المجموعةِ الشمسيةِ بسببِ انزياحِ المشتري وزحلَ الضخمَين إلى مسارَين مدارِيَّين آخرَيْن مما أدَى إلى دخولِ الكويكباتِ المتأثرةِ بالجاذبيةِ بمدارَيْهما في تصادماتٍ مع الكواكبِ والأقمارِ.

ولم يكنْ هذا الحدثُ الذي يُعرَف بالقصفِ الشديدِ المتأخِّرِ قد انتَهى بعدُ عندَما بدَأ ظهورُ الحياةِ في قاعِ البحرِ. وهذا خبرٌ مُشَجِّع لِمَن يأملُون في العثورِ على الحياةِ في مكانٍ آخرَ بالكونِ. فقصةُ شَمْسنَا وعوالِمها قصةٌ شائعةٌ على الأرجحِ في جميعِ أنحاءِ الكونِ. والأجرامُ التي قَصَفت الأرضَ ربما تضمَّنَت المكوناتِ الضروريةَ لظهورِ الحياةِ، بل الحرارةَ اللازمةَ أيضًا لنشوئِها.

ينحدِرُ كلُّ كائنٍ حيٍّ على الأرض من أصلٍ واحدٍ. ونعتقِدُ أنَّ هذا الأصلَ قد بدأ في ظلمةِ أعماقِ المحيطِ يوم 2 سبتمبر بالتقويمِ الكونيِّ في مدينةٍ مفقودةٍ مكونةٍ من أبراجٍ صخريةٍ في قاعِ المحيطِ، وهي القصةُ التي ستُروَى بمزيدٍ مِن التفصيلِ لاحقًا في رحلتِنا بهذا الكتابِ. وتضمَّنَت هذه الحياةُ الأولى آليةَ نسخ كان بإمكانِها إنتاجُ المزيدِ مِن الحياةِ، وهي جزيءٌ؛ أي مجموعةٌ مِن



الصورة بالأعلى: الجَزْر في خليجِ القرشِ بأستراليا يكشِفُ عن مستعمراتٍ مِن الميكروباتِ تُشبه تلك التي عاشَتْ قبلَ ما يزيدُ على ثلاثةِ مليارات سنةٍ. الصورةُ بالصفحةِ المقابلةِ: أحفورةٌ تبلغُ من العمرِ 160 مليونَ عامٍ عُثِر عليها في الصينِ عام 2011 تُشير إلى أنَّ أولَ حيوانٍ مَشِيمِيٍّ كان يُشبه الزَّبابَ.

الذرَّاتِ تَتَّخِذُ شكلَ سلَّمٍ ملتوٍ. إنه الحمضُ النوويُّ الريبيُّ منزوعُ الأكسجين. وكانت إحدى أهمِّ نقاطِ قوةِ هذا الحمضِ هو عدمَ كمالِه، فقامَ في بعضِ الأحيانِ بأخطاءٍ في النسخِ، أو تعرَّضَ للتدميرِ بسببِ الأشعةِ الكونيةِ الواردةِ. لقد كانَ عشوائيًّا تمامًا، لكنَّ بعضَ هذه الطفراتِ أَدَّى إلى

ظهورِ أشكالِ حياةٍ أكثرَ نجاحًا، الأمرُ الذي نُطلقُ عليه «التطورَ بالاصطفاءِ الطبيعيِّ». وتطوَّرَ هذا السُّلَّم، مضيفًا إليه المزيدَ والمزيدَ من الدرجاتِ.

استغرقَ الأمرُ ثلاثةَ مليارات سنةٍ أخرَى لتتطوَّرَ الحياةُ من الكائناتِ وحيدةِ الخليةِ إلى تعقيدِ النباتاتِ التي يُمكنُنا رؤيتُها بالعينِ المجردةِ. بيد أنَّه لم تكنْ هناكَ أعينٌ لترى ذلكَ آنذاكَ؛ لكنْ حتى في ذلكَ الوقتِ كان هناكَ وعيٌ. فيمكنُ القولُ إنَّ الكائناتِ وحيدةَ الخليةِ -التي تَعرِفُ ما تُعبر عنه عبارةُ «سآكلُكَ أنتَ، لكنني لنْ آكلَ نفسِي»- تُبَرْهِنُ بالفعلِ على وجودِ درجةٍ من الوعيِ.



تَقَعُ قصةُ ظهورِ الإنسانِ إلى الحياةِ في هذا التسلسلِ نفسِه، ولكنْ حدثَ تطورٌ جديدٌ مؤثرٌ؛ حَدَثَ في أثناءِ الأسبوعِ الأخيرِ مِن العامِ الكونيِّ. وإذا كان التقويمُ الكونيُّ يتضمَّن إجازاتٍ، فقد كان يومُ 26 ديسمبر إحدى هذه الإجازاتِ بكلِّ تأكيدٍ؛ وذلك لأنه في وقتٍ ما في ذلك اليومِ، قبلَ نحوِ 200 مليونِ عامٍ، ظَهَرت الثديياتُ.

كانت الثديياتُ الحقيقيةُ الأولىَ كائناتٍ دقيقةَ الحجمِ تُشبه الزَّبابَ. وأعنِي بكلمةِ «دقيقة» هنا أنها صغيرةٌ للغايةِ؛ أي لا يزيدُ حجمُها عن مِشبَكِ الورقِ. وكانتْ هذه الكائناتُ لا تخرجُ من جحورِها إلا ليلاً؛ لأن مفترساتِها من الديناصوراتِ وغيرِها من الكائناتِ الأخرَى كانتْ تفرِضُ سيطرتَها على الأرض في النهارِ. ولا بدَّ أنَّ الظروفَ قد تكالَبَتْ في العصرِ الترياسيِّ ضدَّ هذه الكائناتِ الدقيقةِ لصالحِ الديناصوراتِ ذاتِ القوةِ الهائلةِ، لكنَّ الضعفاءَ وَرِثُوا الأرضَ بالفعلِ..

فقدِ امتلكتِ الثديياتُ مكوَّنًا جديدًا في عقولِها، ألا وهوَ القشرةُ الحديثةُ. وكانتْ هذه القشرةُ -شأنُها شأنُ تلكَ الثديياتِ- صغيرةً في البدايةِ، لكنَّها تضمَّنَت قدرةً مذهلةً على النموِّ والتطورِ، بما في ذلك القدرةُ على التنظيمِ الاجتماعيِّ في جماعاتٍ كبيرةٍ. وجَلَبَت الثديياتُ معها كذلك ابتكارًا آخرَ؛ وهو إرضاعُها لصغارِها وتغذيتُها لهم. فعيدُ الأمِّ في التقويمِ الكونيِّ هو 26 ديسمبر.

يَعْني التطورُ بالاصطفاءِ الطبيعيِّ أن الكائناتِ الحيةَ الأكثرَ قدرةً على التكيُّف مع بيئتِها هي الأكثرُ مَيلاً للبقاءِ على قيدِ الحياةِ وتَرْكِ نسلٍ وراءَها. والذكاءُ -في حالِ استخدامِك لهـ- يُمكن أن يكونَ ميزةً اصطفائيةً عظيمةً؛ فالقشرةُ الحديثةُ-بتكوُّنها من طبقاتٍ مختلفةٍ- أضافتْ مساحةً أكبرَ في الدماغِ لمعالجةِ المعلوماتِ. وأصبحَتْ فُصوصُ الدماغِ أكثرَ تجعدًا، وهو ما أتاحَ مزيدًا من المساحةِ للقدرةِ الحسابيةِ.

استمرَّ الدماغُ في التطورِ، مُغيِّرًا شكلَهُ، مع تزايدِ حجمِه واحتوائِه على المزيدِ من الثنياتِ والتجعداتِ. وفي الساعةِ السابعةِ مساءً تقريبًا يوم 31 ديسمبر، تطورت قرود البونوبو والشمبانزي إلى مخلوقاتٍ تعيشُ في الغاباتِ، وينظِّفُ بعضُها بعضًا، وتحزَنُ على أصدقائِها وأقاربِهَا الذين فَقَدَتهم، وتستخدمُ القصبَ كأدواتٍ لجذبِ النملِ لتناولِه، وتُعلِّم صغارَها فعلَ الأمرِ ذاتِه، وتقفُ معًا للاستمتاعِ بشمسِ المغيبِ. لكننا لا نعلَمُ سوى القليلِ مِن المعلوماتِ عما كانتْ عليه هذه الكائناتُ في الوقتِ الذي عاشَ فيه آخرُ سَلَفٍ مُشترَكٍ بينها وبينَ الإنسانِ.



اليومَ نحنُ نتشاركُ معَ هذه الكائناتِ في الغالبيةِ العظمَى من جيناتِنا؛ أي نحوَ 99 في المائةِ منهَا. ما الذي يَجعلُنا إذنْ مختلِفين كلَّ هذا الاختلافِ عنِ الشمْبانزِي؟ لماذا اختلفنا عن كلِّ الأنواعِ التي عاشَتْ على الأرضِ والتي يقدَّرُ عددُها بخمسةِ ملياراتِ نوعٍ لِنصيرَ على ما نحنُ عليه الآنَ من بناءِ الحضاراتِ وتغييرِ العالمِ وارتيادِ الفضاءِ؟ قبلَ فترةٍ ليستْ ببعيدةٍ، حيَّرتنا النارُ، فحوَّلنا أنفسَنا بصورةٍ ما إلى كائناتٍ تتواصلُ بسرعةِ الضوءِ، وتكتشِفُ ما بداخلِ الجُسَيْماتِ والذرَّاتِ والخلايا، وتنظُرُ إلى الماضي متقصيةً بدايةَ الزمنِ، تعثرُ على ضوءِ المجراتِ البعيدةِ عبرَ ملياراتِ السنينَ الضوئيةِ وصولاً إلى حافَةِ المالانهايةِ.

قد يَرْجِعُ السببُ ببساطةٍ في ذلكَ إلى أنه قبلَ نحوِ سبعةِ ملايينِ عامٍ، حدَثَ شيءٌ على مستوًى متناهِي الصغرِ أَدَّى إلى تغييرٍ أثَّر -على الأرجحِ- علَى هذا الكوكبِ بأكملِه وعلى الكواكبِ الأخرَى في النهايةِ. فأكبرُ خليةٍ بشريةٍ - وهي البُوَيضة - تكادُ لا تُرَى بالعينِ البشريةِ، وأصغرُ هذه الخلايا حجمًا - وهي النطفةُ - أصغرُ مما يمكنُ رؤيتُه. لكن ثمةَ رسالةٌ مشفَّرةٌ محفورةٌ داخلَ نواةِ معظمِ الخلايا تتضمَّن ثلاثةَ ملياراتِ زوجٍ قاعديٍّ، أو درجةً في السلَّمِ الملتوِي للتركيبِ الحلزونيِّ المزدوجِ للحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجينِ.

وقد تبدَّلَ مصيرُ هذا الكوكبِ إلى الأبدِ إثرَ حدثٍ وقعَ في درجةٍ واحدةٍ من هذه الدرجاتِ وتضمَّن 13 ذرةً فقطْ. هل تعلمُ مدَى صِغَرِ هذا العددِ من الذراتِ؟ إنه جزءٌ من الكُوَادريليون من حجمِ حبةِ الملحِ. لقد حدثَتْ طفرةٌ بحجم جزءٍ من الكُوَادريليون من حجمِ حبةِ الملحِ في الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجين لأحدِ أسلافِنا قبلَ عدةِ ملايينَ من الأعوام، وكان ذلك أحدَ أسبابِ الشكلِ الذي صرتَ أنت عليه الآنَ وأنتَ تقرأُ هذه الكلماتِ في هذه اللحظةِ من الزمنِ.

إنَّ كلَّ مَدعاةٍ لاعتدادِنا بأنفسِنا، وأيَّ شيءٍ تعلمْناه وبنيناهُ، ما هو إلا نتيجةٌ لتغيُّر حدَثَ في زوجٍ قاعديٍّ بجينٍ واحدٍ؛ مجردُ درجةٍ واحدةٍ بسُلَّمٍ مكوَّنٍ من ثلاثةِ ملياراتِ درجةٍ. فبرمجتْ هذه الدرجةُ الواحدةُ القشرةَ الحديثةَ لتزدادَ حَجْمًا وتَنْثَنِي بصورةٍ أعمقَ. وربما رجعَ ذلكَ إلى ضربةٍ عشوائيةٍ مِن شعاعٍ كونيٍّ أو خطأٍ بَسِيط في الانتقالِ من خليةٍ إلى أخرَى. أيًّا كانَ السببُ، فقد أدَّى هذا الحدثُ إلى تغيُّرٍ في النوعِ البشريِّ سيؤثِّرُ في النهايةِ على كلِّ الأنواعِ الحيةِ الأخرى على سطحِ الأرضِ. وقد وَقَع بعد وقتِ العشاءِ عشيةَ رأسِ السنةِ في التقويمِ الكونيِّ.

مِن المدهشِ التفكيرُ -بدافعِ الخيرِ أو الشرِّ- في قُدْرَتِنَا على الشعورِ بالولاءِ والاهتمامِ تِجَاهَ جماعاتٍ تتزايدُ حجمًا باستمرارٍ، وولَعِنا بأنظمةِ معتقداتٍ معينةٍ، وقدرتِنا على تخيلِ المستقبلِ وتغييرِ العالمِ والبحثِ في الكونِ عن أجوبةٍ، بل الاسمِ ذاته الذي أطلقناهُ على النوعِ البشريِّ، وهو

«Homo Sapiens» باللاتينيةِ، ويعني بالعربيةِ «الإنسانَ العاقلَ»، وأنَّ كلَّ ذلك قد يقتصِرُ السببُ فيه على درجةٍ واحدةٍ في سُلَّمِنا المجهريِّ الممتدِّ إلى النجومِ.

على مدى القدرِ الأكبرِ من الساعةِ الأخيرةِ في التقويمِ الكونيِّ -أي ما يزيدُ على 59 دقيقةً من دقائِقها الستينَ - كان أسلافُنا من البشرِ البدائيينَ، الذينَ تَطَوَّروا ليصبحوا صيادينَ وجامعينَ للطعامِ، يعيشون في جماعاتٍ صغيرةٍ «حدودُهم فيها الأرضُ والمحيطُ والسماءُ».

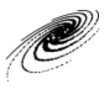
لذا، يُحَيِّرُني الأمرُ عندما يهُزُّ الناسُ أكتافَهم مبررينَ أمرًا ما بعبارة «إن هذا يرجعُ إلى الطبيعةِ البشريةِ». فهمْ يتحدثونَ عادةً عند قولِهم ذلكَ عن جشعِ الإنسانِ وغطرستِهِ وعنفِهِ. لكننا كُنَّا بشرًا على مدى نصفِ مليونِ عامٍ أو أكثرَ. وعلى مدى معظمِ هذا الوقتِ، لم يكنْ هذا حالَنا على الإطلاقِ. ونحن نعلمُ ذلك من رواياتِ المستكشفينَ وعلماءِ الأنثروبولوجيا الذينَ قابلُوا مجتمعاتٍ لا تزالُ تعيشُ على الصيدِ والجمعِ على مدى أربعةِ قرونٍ. وثمةَ استثناءاتٌ بالطبعِ؛ فالندرةُ طالما أخرجتْ أسوأَ ما فينا. لكنَّ الرأيَ السائدَ المتفقَ عليه يرسُم صورةً لبشرٍ عاشوا في تآلفٍ نسبيٍّ مع بعضِهم ومع بيئتِهم.

لقد تشارَكْنا في القليلِ الذي امتلكناه؛ لأننا عَلِمنا أن بقاءَنا اعتمدَ على الجماعةِ. ولم نقدِّر الثروةَ التي تفوقُ احتياجاتِنَا؛ لأنها كانَ من شأنِها إعاقةُ حركتِنَا في أثناء تنقُّلِنا. وقد اختلفْنا عن أسلافِنا حينَ كان الذكورُ السائدون يُرهبون الآخرينَ لِيَحْظَوا بالسيادةِ. فتؤكِّدُ الأدلةُ التي وصلتْ إلينا انتشارَ رُوح المساواةِ بين الجنسينِ وبذلَ جهودٍ مضنيةٍ لمشاركةِ المواردِ بالتساوِي. كانت معظمُ هذه المجتمعاتِ تتصرفُ كما لو كانتْ تَعْلَمُ مقدارَ احتياجِها لبعضِها.

وأكثرُ مَزِيَّةٍ حَظِيت بالتقديرِ بين أسلافِنا الذين عاشُوا على الصيدِ والجمعِ هي التواضعُ. فكانَ الأمرُ كما لو كانَ أسلافُنا قد أدركوا أن الصيّادَ المعتدَّ بنفسِهِ يشكِّلُ خطرًا على الجماعةِ. لذا، كان إذا بَدَا أحدُهم شديدَ التفاخرِ عند جلبِه فريستَه إلى المنزلِ ليتناولُوها، كانوا يدَّعون أنَّ لحمَها قاسٍ، وليس طيبَ المذاقِ. وإذا لم يُذكِّرْه ذلك بالسلوكِ الصائبِ الذي عليه انتهاجُه، كانوا يفعَلونَ أكثرَ ما يخشَاهُ الإنسانُ؛ ألا وهوَ أن ينبذوهُ. فبصرفِ النظرِ عمَّا كانَ يفعلُه، كانوا يتظاهرونَ بأنه ليسَ موجودًا على الإطلاقِ.

(في بعضِ الأحيانِ عندما يَصِلُ شخصٌ ما إلى درجاتٍ غيرِ مسبوقةٍ من الشهرةِ ثم يُوصَم ويُقصَى من الحياةِ العامةِ، أتساءلُ عما إذا كانَ ذلكَ أصداءً لطقوسٍ متأصِّلة بداخلِنا ترجِع إلى ماضِينا السحيقِ).

أينَ كان اللهُ من كلِّ ذلكَ؟ لقد كانَ بعلمِه في كلِّ مكانٍ، تتجلَّى قدرتُه في كلِّ المخلوقاتِ كالصخورِ والأنهارِ والأشجارِ والطيورِ وكلِّ كائنٍ حيٍّ. هكذا كانتِ الطبيعةُ البشريةُ على مدى نصفِ مليونِ سنةٍ.



في الساعةِ 11:52 مساءَ عشيةِ العامِ الجديدِ في التقويمِ الكونيِّ؛ أي قبلَ نحوِ مائتي ألفِ عامٍ، كانت إفريقيا موطنَ جميعِ أفرادِ جنسِ الإنسانِ العاقلِ في العالمِ، الذينَ بَلَغَ عددُهم إجمالاً 10 آلافِ نسمةٍ. عندما أعلمُ أنَّ تعدادَ نوعٍ ما 10 آلافٍ فقطْ أشعرُ بالقلقِ حِيالَهُ. فإذا كنتَ كائنًا فضائيًّا تزورُ الأرضَ في بعثةٍ استقصائيةٍ آنذاكَ، فربما اعتقدتَ أننا نوعٌ مهددٌ بالانقراضِ. أما الآنَ، فتعدادُنا بالمليارات، ما الذي حَدثَ؟

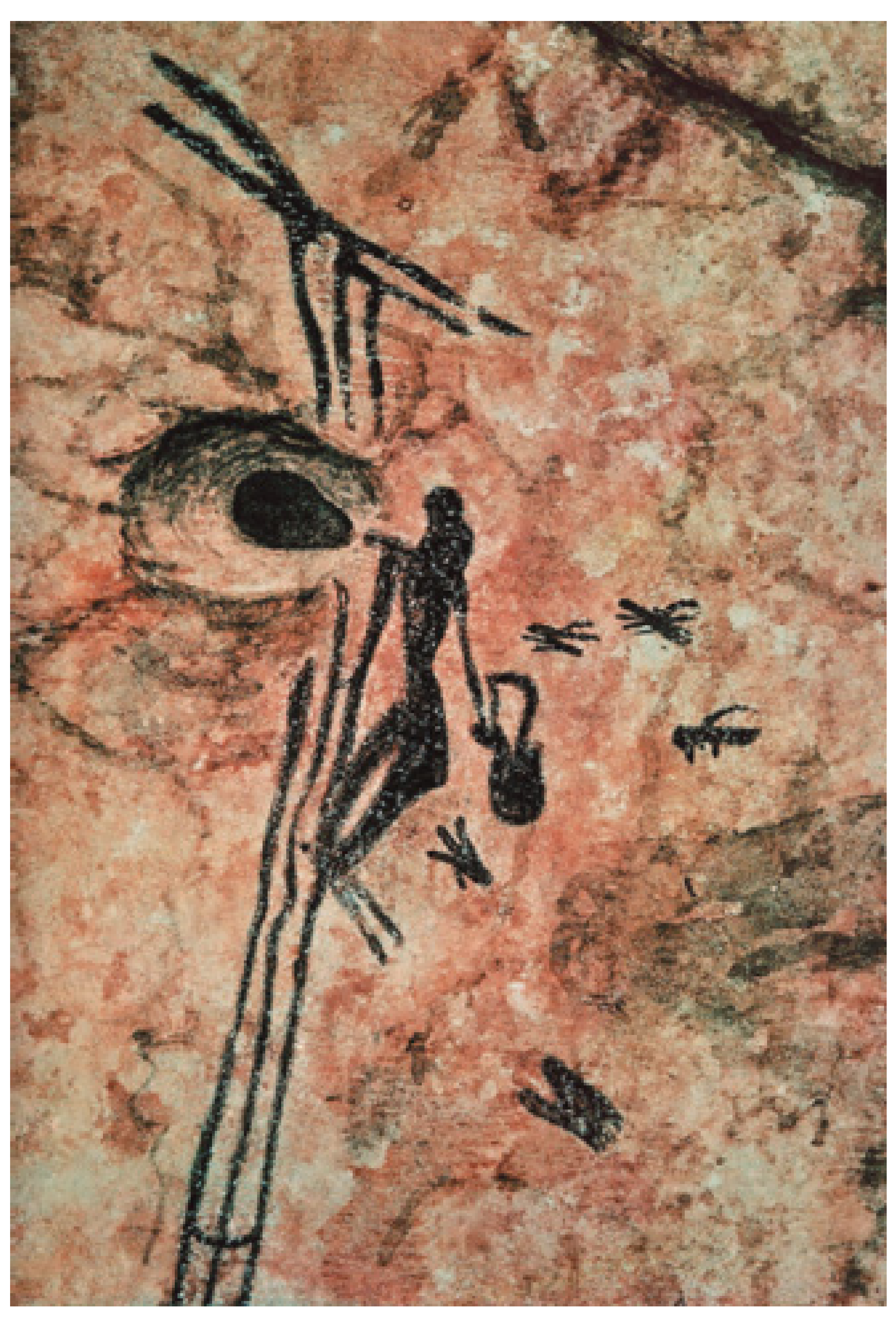
لقد خَطَا أسلافُنا خطوةً هائلةً للأمامِ في مكانٍ يُسمَّى كهفَ بلومبوس، وربما في أماكنَ أخرى عديدةٍ لم تُكتشَف بعدُ. يُعَدُّ هذا الكهفُ - الذي يَقَع في الطرفِ الجنوبيِّ لقارةِ إفريقيا على ساحلِ المحيطِ الهِنْدي- أقدمَ معملِ كيمياءَ باقٍ إلى يومِنا هذا، وأقدمَ دليلٍ على أحدِ أعظمِ ميزاتِ النوعِ

البشريِّ التكيفيةِ؛ وهي القدرةُ على أخذِ ما هو متاحٌ في بيئتِنا وإعادةِ تشكيلِه لتحقيقِ أغراضٍ جديدةٍ.



أيكونُ هذا هو أولَ عملٍ فنيٍّ للإنسانِ؟ صُنِعت هذه الكتلةُ مِن المغرةِ ـ معدن غني بالحديد- المأخوذةِ من كهفِ بلومبوس بجنوبِ

إفريقيا، والتي تُعَدُّ أقدمَ عَمَلٍ فنيٍّ للثقافةِ البشريةِ عُثِر عليه على الإطلاقِ، قبلَ نحوِ 70 ألفَ سنةٍ.



رسمٌ في أحدِ الكهوفِ بالقربِ من فالنسيا في إسبانيا يعودُ إلى عام 5000 تقريبًا قبلَ الميلادِ، ويظهرُ به شكلٌ بَشَري يَستخدِمُ

قدرًا يصدُرُ منه دخانٌ لإبعادِ النحلِ وسرقةِ عَسَلِهِ. وقد استخدمَ الفنانُ صاحبُ العمل ثقبًا في الحائطِ للتعبيرِ عن خليةِ النحلِ.

تحتَ السقفِ الطبيعيِّ شاهقِ الارتفاعِ لكهفِ بلومبوس توجدُ أصدافٌ بحريةٌ استُخدِمت كأوعيةِ مزجٍ، وخطِّ تجميعٍ لنصالِ الرماحِ، وأدواتٍ لمعالجةِ المغرةِ، وعظامٍ منحوتةٍ، وخرزٍ ذي حجمٍ مُوَحَّدٍ مجمَّعٍ بدقةٍ معًا في حبالٍ، وقشرِ بيضِ سلاحفَ بريةٍ ونعامٍ، وأدواتٍ مصقولةٍ من العظامِ والصخورِ. فكيفَ كان حالُ أولئكَ الكيميائيينَ الأوائلِ؟ لقد كانوا مثلَنا. فلم يُعثَرْ بعدُ على أيِّ آثارٍ لعظامِ أسلافِنا في كهفِ بلومبوس، وإنما عُثِر على سبعِ أسنانٍ بشريةٍ فقطْ. ويُمكنُنا الاستنتاجُ من هذه الأسنانِ أنَّ أولئكَ البشرَ كانوا مماثِلِين لنا من الناحيةِ التشريحيةِ، ولكن ليس فقطْ من هذه الناحيةِ.

فتبرهنُ سبعونَ صَدَفَةَ حلزونٍ بحريٍّ متماثلةَ الحجمِ واللونِ ثُقِبت جميعُها في الموضعِ ذَاتِه، على إنتاجِ الخرزِ على أيدي صاغةِ كهفِ بلومبوس. وقد فعلَ أولئكَ البشرُ شيئًا آخرَ يُثير القُشعريرةَ في بدني؛ إذ كانوا يُجرون تجاربَ كيميائيةً باستخدامِ معدنٍ غَنِي بالحديدِ، ألا وهو المَغرةُ، فمزجوا المَغرةَ- مستخدمينَ أصدافَ أذنِ البحرِ كأنابيبِ اختبارٍ- مع مسحوقٍ من عظامِ الحيواناتِ والفحمِ، ثم شكَّلوه على هيئةِ لبناتٍ طويلةٍ. وربما استُخدِم حجرُ المغرةِ نفسُه لتزيينِ الأشياءِ أو البشرِ باستخدامِ قليلٍ من اللونِ الأحمرِ، لكنْ لعلَّهُ كَانَ له تطبيقاتٌ أخرى، مثلُ استخدامِه لحفظِ جلودِ الحيواناتِ، أو كدواءٍ، أو كوسيلةٍ لشحذِ الأدواتِ، أو ربما كطاردٍ للحشراتِ.

وهنا يأتي الشيءُ الذي -على حدِّ علْمِنا- لم يَشْهَدْه من قبلُ كوكبُ الأرضِ؛ ألا وهو نحتُ أولئكَ البشرِ للمَغرةِ بتصميمٍ هندسيٍّ بغرضِ الفنِّ، لا بغرضِ الأكلِ أو توفيرِ المأوَى أو الحصولِ على الطعامِ أو جذبِ الجنسِ الآخرِ، وإنما للتعبيرِ عن شيءٍ ما أو ربما ليسَ لأيِّ غرضٍ على الإطلاقِ. ويبدو هذا التصميمُ المميَّزُ ذو الخطوطِ المتقاطعةِ أشبهَ -بعضَ الشيءِ- بسُلَّمٍ أو تركيبٍ حلزونيٍّ مزدوجٍ. وبصرفِ النظرِ عما من المفترضِ أن يُعَبِّر عنه هذا الشكلُ، فإنه أقدمُ أَثَرٍ لدينا

للثقافةِ البشريةِ. فتوصَّلَ البشرُ إلى وسيلةٍ ليخلِّفُوا وراءَهم شيئًا مميزًا لهم؛ وَسيلةٍ للتواصلِ -بصرفِ النظرِ عن إبهامِها - معكَ ومعي بعدَ مرورِ مائةِ ألفِ عامٍ في المستقبلِ. لقد اكتُشفتْ قوةٌ عظيمةٌ لأولِ مرةٍ هنا في كهفِ بلومبوس.

على مدى عشراتِ الآلافِ من الأعوامِ التي تَلَت ذلك، انتقلَ بعضٌ مِن أسلافِنا إلى خارجِ قارةِ إفريقيا لاستكشافِ الكوكبِ واستيطانِه، مُخلِّفينَ وراءَهم أدلةً على رغبتِهم في أن يتمَّ تَذَكُّرُهم. وفي دليلٍ مميَّز بصورةٍ خاصةٍ على البراعةِ البشريةِ في كهفِ العنكبوتِ الموجودِ فيما يُعرَف الآنَ بفالنسيا في إسبانيا، يتجرَّأُ شكلٌ بَشَري على تسلُّق حبلٍ أو سُلَّم، ممسكًا بِقِدْرٍ يَصدُرُ منه دخانٌ ليُهَاجِمَ خليةَ نحلٍ للحصولِ على العسلِ. وعلى الرغمِ من أنه يُفترَض دائمًا في الأدبِ أنَّ الإنسانَ رَجُلٌ، فإنني أتساءلُ ما إذا كان هذا الرسمُ عملاً فنيًّا يعودُ إلى زمنٍ سادَ فيه بين البشرِ افتراضُ أنَّ مصطلحَ «الإنسانِ» يشملُنا جميعًا. فأعتقِدُ أنَّ سارقَ العسلِ في هذه الصورةِ أشبهُ بامرأةٍ. وما من شيءٍ مرئيٍّ في الرسمِ يعارِضُ هذا الاعتقادَ.

بعدَ ثمانيةِ آلافِ سنةٍ مِن رسمِ هذا الشكلِ، لا يزالُ النحلُ يهرُبُ من الدخانِ، وهو ما يُعَدُّ دليلاً ثابتًا على انتصارٍ قديمٍ للإنسانِ على أعتَى أعدائِهِ، ألا وهو الزمنُ. وبالرغمِ من مدى قِدَم هذه الصورةِ، فإنها تعودُ إلى أقلَّ من 20 ثانيةً مَضَت في التقويمِ الكونيِّ.



قبلَ بضعةِ آلافٍ فقطْ من الأعوامِ، اكتشفَ الناسُ في جميعِ أنحاءِ العالمِ قوةً عظمَى أخرَى. فبدلاً من الصيدِ والجمعِ للحصولِ على الطعامِ أو تتبُّعِ قطعانِ الحيواناتِ المهاجرةِ، تعلَّمَ أسلافُنَا كيفيةَ زرعِ الطعامِ في الأرضِ واستئناسِ الحيواناتِ البريةِ، فغيَّر ذلك كلَّ شيءٍ؛ إذ جعلَ أسلافَنا ينتقلون إلى فعلِ شيءٍ آخرَ لم يسبِقْ لهم فعلُه قطُّ، ألا وهو الاستقرارُ والانتقالُ للعيشِ في أماكنَ مغلقةٍ؛ فاخترعوا أدواتٍ جديدةً -تكنولوجيا- لزراعةِ الطعامِ في الأرضِ وحصدِهِ منها. ومن حينها تغيَّرت علاقتُنا مع الطبيعةِ - ومع بعضِنا - إلى الأبدِ.

إنَّ الثورةَ الزراعيةَ المتمثِّلَة في استئناسِ النباتاتِ والحيواناتِ هي أمُّ كلِّ الثوراتِ؛ لأنَّ أيةَ ثورةٍ أخرَى تعودُ أصولُها إلى هذه الثورةِ الأولَى، وتتجاوزُ آثارَها حتى زمنِنا الحاليِّ. وشأنُها شأنُ معظمِ الثوراتِ، أحدَثت الثورةُ الزراعيةُ تغيرًا عظيمًا ومروعًا في الوقتِ نفسِه، فاتخذتْ كلمةُ «موطن» معنًى جديدًا؛ فبعدَ أن كانتْ تَعني أيَّ مكانٍ يتجوَّلُ فيه الإنسانُ على الأرضِ، صارتْ تعنِي مكانًا محددًا على الكوكبِ. وبمرورِ الوقتِ، ازدادتِ المستوطناتُ حجمًا، حتى خطَتِ البشريةُ -في الثوانِي العشرينَ تقريبًا قبلَ منتصفِ الليلِ في التقويم الكونيِّ- خطوةً أخرى كبيرةً في تاريخِها.

تمثَّلتْ تلكَ الخطوةُ في ظهورِ إحدى أُولى المدنِ على الإطلاقِ في تاريخِ البشريةِ، واسمُها جاتال هويوك، وهي مجتمعٌ يَقَع على ساحلِ الأناضولِ الذي صار الآنَ جزءًا من تركيا. أتخيَّلُ الآنَ تجمُّعَ كلِّ البشرِ قبلَ 9000 عامٍ استعدادًا لقضاءِ أمسيتِهم في ذلك المكانِ. ففي تلك الليلةِ،



عُثِر على تماثيلَ لإناثٍ، بعضهنَّ واقفاتٌ وأخرياتٌ جالساتٌ مثل التمثالِ الموضَّح في الصورةِ، في أطلالِ مدينةِ جاتال هويوك.
وفسَّر بعضُ علماءِ الآثارِ هذهِ التماثيلَ بأنها آلهةٌ للخصوبةِ، بينما يعتقِدُ البعضُ الآخرُ منهم أنها صُنِعتْ تكريمًا للإناثِ المُسِنَّاتِ

في ذلكَ المجتمعِ.



صورةٌ فنيةٌ تخيليةٌ لمدينةِ جاتال هويوك، واحدةٌ من أوائلِ المدنِ البدائيةِ ظهرتْ قبلَ نحوِ 9 آلافِ سنةٍ قبلَ اختراعِ الشوارعِ والأبوابِ الأماميةِ.

كان يعيشُ العددُ ذاتُه تقريبًا من البشرِ، الذين عاشُوا جميعًا في قارةِ إفريقيا قبلَ ذلك الحينِ، في تلكَ المدينةِ البدائيةِ. وقد تكوَّنت جاتال هويوك من مساكنَ متصلةٍ ببعضِها على مساحةِ 33 فدانًا. ولا شكَّ أنَّ الأمورَ كانت قد تغيَّرت على مدى التسعينَ ألفَ عامٍ التي مرَّت منذ تجميعِ البشرِ لأدواتٍ كيميائيةٍ في كهفِ بلومبوس.

كانتِ المدينةُ فكرةً مستحدثةً للغايةِ آنذاكَ، فلم يكنِ البشرُ قد ابتكرُوا بعدُ الشوارعَ أو النوافذَ. ومن ثَمَّ، كانتِ الطريقةُ الوحيدةُ للوصولِ إلى مسكنِ المرءِ هي السيرَ فوقَ أسطحِ جيرانِهِ ليصلَ إلى سلَّمٍ كان يستندُ إلى فتحةِ سقفِ المسكنِ لينزِلَ عليه.

لكن جاتال هويوك افتقرتْ إلى شيءٍ أهمَّ مِن الشوارعِ والنوافذِ؛ لقد افتقرتْ إلى القصورِ. فلم يكنِ المجتمعُ البشريُّ قد دَفَع بعدُ ثمنَ اللامساواةِ المريرَ لاكتشافِ الزراعةِ.

ففي تلكَ المدينةِ، لم تَسُدِ الأقليةُ الأغلبيةَ، ولم يَجْنِ واحدٌ في المائةِ من الناسِ ثروةً فاحشةً، بينما أمَّنت الأغلبيةُ معاشَها بالكادِ أو لم تُؤَمِّنْه على الإطلاقِ. لقد كانت روحُ المشاركةِ، التي سادت بين البشرِ عندَ عملِهم بالصيدِ والجمعِ، لا تزالُ قائمةً وبخيرٍ. ثمةَ أدلةٌ على ممارسةِ عنفٍ ضدَّ النساءِ والأطفالِ آنذاكَ، ولكنَّ أضعفَ الناسِ فيها كان يأكلُ الطعامَ ذاتَه الذي يأكلُه أقواهُم. وتُظهِر التحليلاتُ العلميةُ لتغذيةِ النساءِ والرجالِ والأطفالِ الذين عاشوا في تلك المدينة تشابهًا مذهلاً. وعاش الجميعُ في النوعِ نفسِه من البيوت، والتي كانت بعيدةً كلَّ البعدِ عن الرتابةِ؛ فقد برزَ في الغرفِ رءوسُ حيوانِ الأُرْخُصِ الضخمِ بقرنَيْهِ الهائلَين المدبَّبَين والتي عُلِّقت على حائطٍ زاخرٍ بالألوان، وزُخرِفتِ الحوائطُ على نحوٍ وافرٍ بأسنانِ حيواناتٍ أخرى وعظامِها وجلودِها.

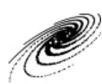
كان للمنازلِ في جاتال هويوك طابعٌ عصريٌّ مميزٌ، فكان سطحُ الأرضياتِ مصممًا للاستفادةِ منه، كما كان نموذجيًّا وموحدًا بين المنازلِ، مع وجودِ حُجَيراتٍ للعمل وتناولِ الطعامِ والترفيهِ والنومِ، ودَعَّمَتْ عوارضُ خشبيةٌ جرداءُ الأسقفَ، وكانَ كلُّ منزلٍ يتسعُ لعائلةٍ مكوَّنةٍ من سبعةٍ إلى عشرةِ أفرادٍ.

وحجرُ المغْرةِ، الذي جمعه أسلافُنا في إفريقيا قبلَ ذلكَ الحينِ بنحوِ مائةِ ألفِ عامٍ، صار آنذاكَ الأداةَ المفضلةَ لِمُزَخْرِفِي المنازلِ من الداخلِ في جاتال هويوك؛ فزُخْرِفتِ الجدارياتُ برسومِ أبقارِ الأُرْخُصِ والنمورِ ورجالٍ يركضون ونسورٍ تلتقِطُ اللحمَ من جثثٍ بلا رءوسٍ وصيادينَ يهجمون على غزالٍ. ولم يستخدِمْ أولئك البشرُ المغْرة لتصويرِ الحيواناتِ فحسبُ، وإنما لَعِب ذلك الحجرُ دورًا شعائريًّا مهمًّا أيضًا في كيفيةِ تكريمِهم لأحبائِهم بعدَ الموتِ.

فكانتْ جثةُ الميتِ يحمِلُها موكبٌ يخرُجُ من جاتال هويوك ليصلَ إلى ساحةٍ مفتوحةٍ في سهلِ الأناضولِ؛ حيث كانت تنتظرُهم منصةٌ عاليةٌ. وكانوا يتركونَ الجثةَ على تلكَ المنصةِ؛ لِتَنْهَشَها

الطيورُ الجارحةُ وعناصرُ الطبيعةِ. وكانَ شخصٌ واحدٌ يظلُّ بجانبِ الجثةِ؛ لحراستِها والتأكدِ من عدمِ حصولِ أحدٍ على العظامِ المتبقيةِ منها. وكانت النسورُ تُحَلِّقُ حولَ المنصةِ، وتتدافعُ عليها. وبعد مرورِ الوقتِ، يعودُ الموكبُ حينَ لا يتبقَّى سوى الهيكلِ العظميِّ للمتوفَّى. ويحينُ بعد ذلك موعدُ تزيينِ ذلك الهيكلِ بمسحوقِ المغْرة الأحمرِ وطيِّه في وضعِ الجنينِ قبل دفنِهِ تحتَ أرضيةِ غرفةِ المعيشةِ في المنزلِ. ومن حينٍ لآخرَ - ربما في إطارِ طقسٍ ما - كان أهلُ المتوفَّى يفتحونَ القبورَ الموجودةَ أسفلَهُم ويُخرجون جمجمةَ أحدِ أحبائِهم للاحتفاظِ بها حيث عاشوا. وأتساءلُ هنا عمَّا إذا كانَ أولئكَ البشرُ يتعايشون في سِلْمٍ مع موتاهم أكثرَ من تعايُشِنا مع موتانا.

كان للمغرةِ الحمراءِ استخدامٌ آخرُ عميقُ المغزَى، فاستخدمَهُ أولئك البشرُ لابتكارِ شكلَيْن فنيَّيْن جديدينِ، وهما التاريخُ ورسمُ الخرائطِ؛ فرسمَ أحد الفنانين آنذاكَ الخطوطَ الكفافيةَ للأسطحِ المتقاربةِ، التي اتصلت جميعُها في كيانٍ واحدٍ يرتبطُ ببركانٍ قريبٍ. وبذلك، ابتكر البشرُ لأولِ مرةٍ على الإطلاقِ انعكاسًا ثنائيَّ الأبعادِ لواقعِ المكانِ الذي يحتلونه في الزمانِ والمكانِ. فكان أيٌّ منهم يقولُ: «هذا موقعُ منزلي من البركانِ». وببضعةِ خطوطٍ سحريةٍ تعبِّرُ عن خيوطٍ من الدخانِ المتصاعدِ، أرسل الفنانُ رسالةً عبرَ 9 آلافِ سنةٍ يقولُ فيها: «لقد كنتُ هنا حينَ عاد البركانُ إلى الثورانِ مرةً أخرى».

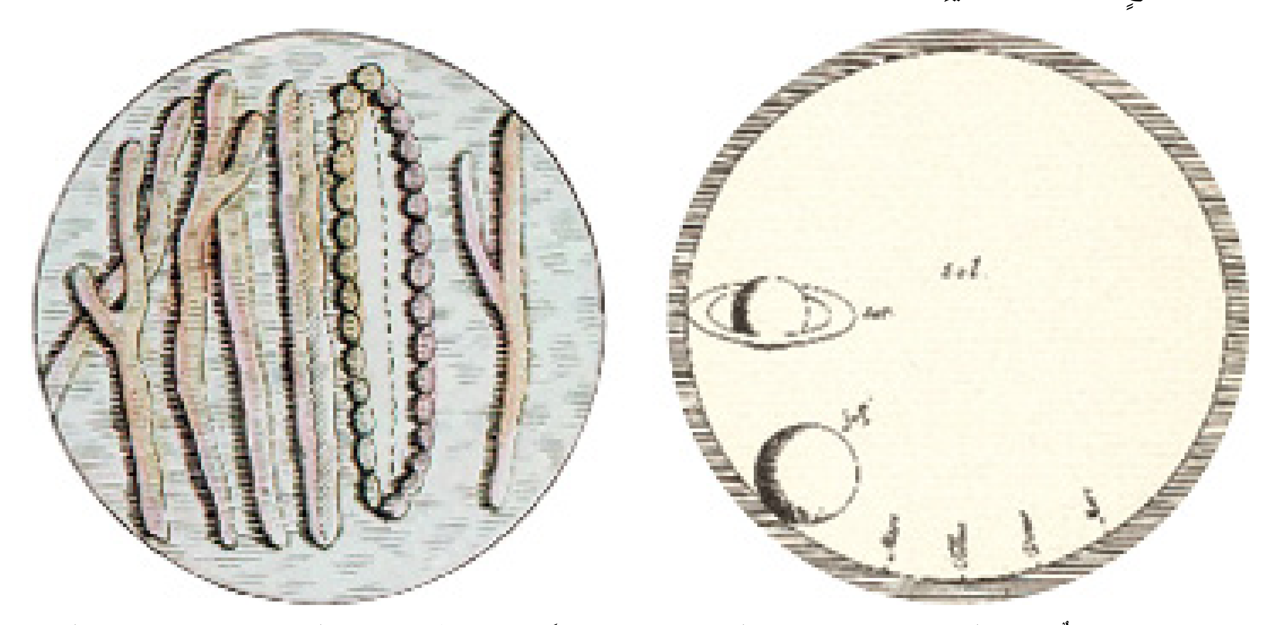


لقد كانت التجربةُ التي شَهِدَتها مدينةُ جاتال هويوك وغيرُها من المدنِ البدائيةِ الأخرى ناجحةً، وفي خلالِ بضعةِ آلافٍ من الأعوامِ انتشرتِ المدنُ في كلِّ مكانٍ. وعندما يجتمعُ الناسُ من ثقافاتٍ مختلفةٍ في مكانٍ واحدٍ، يتبادلون الأفكارَ، وتنشأُ بينهم إمكاناتٌ جديدةٌ، فالمدينةُ نَوْعٌ من الأَدْمِغَةِ؛ إنها حاضنةُ الأفكارِ الجديدةِ.

في مدينةِ أمستردام في القرنِ السابعَ عَشَرَ، اختلطَ مواطنو العالَمَيْنِ القديمِ والجديدِ كما لم يفعلوا من قبلُ قطُّ، وأَنتجَ ذلك الاختلاطُ عصرًا ذهبيًّا في العلومِ والفنِّ. ففي إيطاليا، أعلن كل من

جوردانو برونو و**جاليليو** عن وجودِ عوالمَ أخرى، وتعرَّضَا لمعاناةٍ قاسيةٍ جرَّاء هذا الإنكارِ. لكن بعد 50 عامًا فقط في هولندا، انهالتِ التكريماتُ على عالِمِ الفلكِ **كريستيان هويجنز** الذي اعتنقَ الـمُعْتَقَدَ نفسَه.

لقد كان النورُ هو الفكرةَ المحوريةَ لذلكَ العصرِ الذي شهد التنويرَ الرمزيَّ المتمثِّلَ في حريةِ الفكرِ والدينِ، ونورَ الاستكشافِ مع بدءِ البشرِ على كوكبنا زَلَّتَهم الفَظَّة نحوَ إدراكِ أننا نسكنُ كيانًا واحدًا، والنورَ الذي أضفى مجدًا على لوحاتِ ذلك العصرِ، لا سيما أعمالُ **فيرمير**، والنورَ كموضوعٍ للبحثِ العلميّ.



على اليسار: صورةٌ رسمَها أنطوني فان ليفينهوك - أولُ مَن شاهد الحياةَ تحتَ عدسةِ المجهرِ - لأشكالِ الحياةِ التي رآها وأطلقَ عليها اسمَ «الحييوينات». على اليمين: صوَّر كريستيان هويجنز، في كتابه «Cosmotheoros» المنشورِ عام 1698، الشمسَ في المنتصف والكواكبَ تدورُ حولَها .

عاشَ في أمستردام في ذلكَ الوقتِ ثلاثةُ رجالٍ ألهمَهُم شَغَفُهم بالنورِ ابتكارَ أجهزةٍ يُمكنُها جعلُ النورِ يفعلُ أشياءَ بَدَتْ مستحيلةً، وإتقانَ صناعتِها، فتوصَّلوا إلى طريقةٍ لتركيزِ أشعةِ الضوءِ أو تشتيتِها باستخدامِ قطعةٍ منحنيةٍ بسيطةٍ مِن الزجاجِ، ألا وهي العدسةُ، فصارتْ تلك الأداةُ، التي

استخدمَهَا تاجرُ الأقمشةِ لفحصِ جودةِ المنسوجاتِ الْمَخِيطةِ بدقةٍ، نافذةً أطلُّوا من خلالِها على عوالمَ خفيةٍ.

استخدمَ **أنطوني فان ليفينهوك** عدسةً واحدةً للكشفِ عن عالمِ الميكروباتِ، وفحصِ البصاقِ والحيوانات المنوية وماءِ البركِ باستخدامِ هذهِ العدسةِ؛ ليكتشفَ بذلك مجتمعاتٍ كاملةً من الكائناتِ الحيةِ ما كان أحدٌ يحلُم قطُّ بوجودِها.

واستخدمَ صديقُه **كريستيان هويجنز** عدستَيْن لرؤية النجومِ والكواكبِ والأقمار عن قربٍ. وأصبح **هويجنز** أولَ مَن يَرَى أنَّ حلقاتِ زُحَلَ غيرُ ملامسةٍ له ويفهمُ طبيعتَها. كما أنه اكتشَفَ قمرَ زُحَلَ المُسمَّى تيتان، وهو ثاني أكبرِ قمرٍ في مجموعتِنا الشمسيةِ. وابتكرَ ساعةَ البندولِ وغيرَها الكثيرَ، بما في ذلك جهازُ عرضِ الصورِ المتحركةِ والرسومِ المتحركةِ. وسوف نستفيضُ في تناولِ سيرةِ هذا العالِمِ لاحقًا في رحلتِنا بهذا الكتابِ.

أدرَكَ **هويجنز** أنَّ النجومَ هي شموسٌ أخرَى تدورُ حولَها أنظمةٌ خاصةٌ بها من الكواكبِ والأقمارِ، وتخيَّل كونًا مليئًا بعددٍ لا متناهٍ من العوالمِ التي يَحظى الكثيرُ منها بوجودِ الحياةِ عَلَيْهِ. لكنْ لماذا خَلَتِ الكتبُ المقدسةُ من أيِّ إشارةٍ إلى هذهِ العوالمِ الأخرى والكائناتِ التي تعيشُ بها؟ ما السببُ المحتملُ وراءَ عدمِ ذكرِ الله لها؟ لقد كان اللهُ واضحًا تمامًا بشأنِ هذه المسألةِ، فلم يذكُرْ أن هناكَ مخلوقاتٍ أخرَى في الكونِ.

أيًّما كانت الرغبةُ في البحثِ التي أثارها هذا التناقضُ في قلوبِ قادةِ عصرِ التنويرِ وعقولِهم، كان هناكَ رجلٌ واحدٌ تجرَّأ على تناولِه بصورةٍ مباشرةٍ. كانَ ذلكَ الرجلُ عبقريًّا آخرَ من عباقرةِ الضوءِ. فعندما فَشِلتْ شركةُ استيرادِ الفواكهِ المجففةِ التي أسَّسَها والدُهُ الراحلُ، جنى قوتَ يومِهِ من صقلِ العدساتِ للبحثِ عن العوالمِ الخفيةِ؛ الكبيرِ منها والصغيرِ.

كان **باروخ سبينوزا**، الذي وُلِد عام 1632، أحدَ أفرادِ الطائفةِ اليهوديةِ في أمستردام خلالَ سنواتِ مراهقتِه. وفي مطلعِ العشريناتِ من عمرِه، بدأ يتحدَّثُ علنًا عن عالمٍ جديدٍ. لمْ يَكُنْ عالم

سبينوزا إلا القوانينَ الفيزيائيةَ للكونِ.

أثارَ حفيظةَ زملاءِ **سبينوزا** في المعبدِ اليهوديِّ في أمستردام ما اعتَبروه فِسقًا من جانبِ ذلك الرجلِ، الأمرُ الذي يُمكنُ تفهمُه. فكانَ يهودُ أمستردام أغلبُهم مِنَ اللاجئينَ الفارّينَ منْ محاكمِ التفتيشِ البغيضةِ في إسبانيا والبرتغالِ، حيث تعرَّضَ الكثيرونَ منهُم للتعذيبِ، أَو أُجبِروا على تركِ دينهم، أو شاهدوا -بلا حيلةٍ- مقتلَ أحبائِهم. فقدَّمَتْ أمستردام لليهودِ ملجَأً، وبالتالي لا بدَّ أنهم رَأَوْا في أفكارِ **سبينوزا** المتطرفةِ تهديدًا لأمنِهم في هولندا الذي تحقَّق بشقِّ الأنفسِ، فطردُوا ذلك الشابَّ الثائرَ خارجَ مجتمعِهم واتخذُوا قرارًا بضرورةِ نبذِهِ إلى الأبدِ، مثلما كان أسلافُنا مِنَ الصيادين وجامِعِي الطعام يفعلونَ، ولكنْ لسببٍ مختلِفٍ تمامًا.

كان قرارُهم الصادرُ في يوليو عام 1656 نسخةً معكوسةً من الآياتِ 4 و 6 و 7 المذكورةِ في الإصحاحِ السادسِ في سِفرِ التثنيةِ التي أَمَرَتْهُم هُمْ وأسلافَهم بحبِّ الربِّ بكلِّ ما يملكونَ. لقد تعلمتُ هذه الصلاةَ في صِغَرِي ولا أزالُ أتذكرُها.

4- «اسمعْ يا إسرائيلُ: الربُّ إلهُنا ربٌّ واحدٌ.

....

6- ولْتَكُنْ هذه الكلماتُ التي أنا أُوصيكَ بها اليومَ على قلبِك،

7- وقُصَّهَا على أولادِكَ، وتكلَّمْ بها حينَ تجلِسُ في بيتِك، وحينَ تمشي في الطريقِ، وحينَ تنامُ، وحينَ تقومُ».

استَخْدَمَتِ الإدانةُ الصادرةُ عن أحبارِ الطائفةِ اليهوديةِ بأمستردام صيغةً مختلفةً منْ هذا المجازِ اللغويِّ للتعبيرِ عن غضبِهم من «الآراءِ الشريرةِ» و«الهرطقاتِ السافرةِ» **لسبينوزا**. فكانَ نصُّ الإدانةِ هو: «فلْتنزِلْ عليهِ اللعنةُ بالنهارِ ولْتنزِلْ عليه بالليلِ. لِتنزلْ عليه حينَ ينامُ ولْتنزِلْ عليه حينَ يقومُ. لِتنزلْ عليه اللعنةُ حينَ يخرجُ ولْتنزِلْ عليه حينَ يعودُ».

يُمكنُنا تفهُّمُ مخاوفِ الطائفةِ اليهوديةِ؛ فقد رأَوا عالمَهم يتحوَّلُ إلى كابوسٍ في إسبانيا والبرتغالِ، وتاقُوا على نحوٍ منطقيٍّ للسَّكِينةِ والتقبلِ قبلَ كلِّ شيءٍ. فآياتُ التوراةِ تأمرُنا بالتفكيرِ في الربِّ في كلِّ فعلٍ عاديٍّ نقومُ به كلَّ يومٍ. ألمْ يَكُنْ ذلك ما فَعَله **سبينوزا** عندَما صارَ يرَى الله في كلِّ مكانٍ، وفي كلِّ شيءٍ، في كلِّ الطبيعةِ، بصرفِ النظرِ عن أيِّ شيءٍ آخرَ كانَ يفعلُه؟

لهذا السببِ لم يفسِّرْ **سبينوزا** الظواهرَ وفقًا لمنطقِ المعجزاتِ. وكرَّسَ الفصلَ السادسَ من كتابِهِ «رسالةٌ في اللاهوتِ والسياسةِ» Theological - Political Treatise المنشورِ عام 1670، لاستكشافٍ مكثَّفٍ لأسبابِ ذلك. وكان يقولُ: لا تبحَثْ عن الله في المعجزاتِ، فالمعجزاتُ انتهاكاتٌ لقوانينِ الطبيعةِ. وإذا كان الله هو الذي وضعَ نظام الطبيعةِ، أَفَلاَ يكونُ من المفترضِ أن ندركَ اللهَ على أفضلِ نحوٍ في هذه القوانينِ؟ كانت المعجزاتُ عبارةً عنْ تفسيراتٍ خاطئةٍ للأحداثِ الطبيعيةِ. وكان ينبغي عدمُ أخذِ الزلازلِ والفيضاناتِ والجفافِ على محملٍ شخصيٍّ. فالله ليسَ انعكاسًا لآمالِ البشرِ ومخاوفِهم، وإنما هو القوةُ الخلاَّقةُ وراءَ وجودِ الكونِ؛ قوةٌ يُمكن التعرُّفُ عليها على أفضلِ نحوٍ مِن خلالِ دراسةِ قوانينِ الطبيعةِ.

علَى مدَى آلافِ الأعوامِ، وبعدَ فترةٍ وجيزةٍ من اكتشافِ الزراعةِ، صارَ حِسُّ الإنسانِ بِما هُوَ مقدَّسٌ لا أساسَ لَهُ في الطبيعةِ، فتعلَّمنا أننا قد خُلِقْنا منفصلِينَ عن نسيجِ الحياةِ، وطَلَبَ منَّا الله إنكارَ ذواتِنا الطبيعيةِ وتهذيبَهَا. وجاءت رؤيةُ **سبينوزا** لتُعليَ من دراسةِ قوانينِ الطبيعةِ وتبجيلِها.

تقبَّلَ **سبينوزا** عقابَ الطائفةِ اليهوديةِ الهولنديةِ ونبذَها برباطةِ جأشٍ. فكانَ هناكَ آنذاكَ، مثلَما يُوجَدُ الآن، مَن شَعَرُوا بالتهديدِ جرَّاءَ تلك النظرةِ تجاهَ الربِّ. فتعرَّض **سبينوزا** لهجومٍ بالسكينِ من شخصٍ لم ينجَحْ إلا في قطعِ عباءتِهِ قبل أن يلوذَ بالفرارِ، ولم يُصلِحْ **سبينوزا** تلكَ العباءةَ مطلقًا، وإنما ظلَّ يرتديها على حالِها كوسامِ شرفٍ، ورحلَ بعيدًا ليستقرَّ في النهايةِ بالقربِ من لاهاي، حيثُ استمرَّ في صقلِ العدساتِ للمجاهرِ والتليسكوباتِ.

وقد تُوفِّي عام 1677 في سنِّ الرابعةِ والأربعينِ، ربما جرَّاءَ استنشاقِهِ الكثيرَ من الجُسَيمات الدقيقةِ لغبارِ الزجاجِ في أثناءِ سنواتِ عملِهِ في صقلِ العدساتِ.

في نوفمبر 1920، قامَ رجلٌ آخرُ شغوفٌ بالضوء برحلةٍ رُوحانيةٍ إلى حجرةِ العملِ المتواضعةِ الموجودةِ بالقربِ مِن لاهاي التي حُفظت كدليلٍ على التأثيرِ الهائلِ لفلسفةِ **سبينوزا**. كان ذلك العالِمُ الذي اشتُهرَ عالميًّا لتوصلِهِ إلى قانونٍ جديدٍ من قوانينِ الطبيعةِ، يُسألُ في كثيرٍ من الأحيانِ عما إذا كانَ يُؤْمِنُ باللهِ. كان **ألبرت آينشتاين** يُجِيبُ حينَها: «أنا أُؤمِنُ بالله الذي يتجلَّى في التناغمِ بينَ كل ما هو موجودٌ حَوْلَنَا».



لقد تطوَّرَ فَهْمُنا لقوانينِ الطبيعةِ متجاوزًا أقصى أحلامِ **سبينوزا**. لكنْ كيفَ يُمكنُنا إصلاحُ علاقَتِنا المتدهورةِ مع الطبيعةِ نفسِها؟ سأَروِي لكم قصةً أخرى، إنها حكايةٌ رمزيةٌ لأكثرِ صورِ التعاونِ استمرارًا في الحياةِ. سنعودُ للوراءِ حتى نَصِل إلى ما بَعْدَ ظهرِ يومِ 29 ديسمبر بالتقويمِ الكونيِّ.

في ذلك الزمنِ السحيقِ، كانت هناك مملكتانِ، وتشكَّلَ تحالفٌ بينهما أدَّى إلى تحقيقِ مكاسبَ لا حصرَ لها لكلتَيْهِما. تمثَّلَ ذلك التحالفُ في علاقةٍ جميلةٍ امتدَّتْ على مدى ما يقرُبُ من مائةِ مليونِ عامٍ حتى تطوَّرَ كائنٌ من نوعٍ جديدٍ في إحدى هاتَين المملكتينِ، فسَلَبَ نسلُه تلك المكاسبَ وخرقَ هذا التحالفَ، وصارَ بغطرستِه خطرًا قاتلاً لكلتا المملكتَيْنِ ... ولنفسِه.

إنَّ هذه الحكايةَ الرمزيةَ حقيقيةٌ؛ إنها قصةُ مملكتَين مِن بين ممالكِ الحياةِ الستِّ على سطحِ الأرضِ، وهما مَمْلَكَتَا النباتِ والحيوانِ.

حياةُ النباتاتِ ليستْ بالحياةِ السهلةِ؛ فالتكاثرُ يمثِّلُ تحديًا عندما يكونُ الكائنُ مُقَيَّدًا في مكانٍ واحدٍ، فلا تُوجدُ مواعدةٌ، وإنما يظلُّ الكائنُ مَحَلَّهُ منتظرًا هبوبَ الرياحِ لتنثرَ بذورَه، وإذا حالَفَهُ

الحظُّ تُحمل بعضٌ مِن حبوبِ لقاحِهِ بعيدًا لتحطَّ على العضوِ التناسليِّ الأنثويِّ لنباتٍ آخرَ، وهو المِدَقَّةُ التي تمثِّلُ جزءًا من زهرةِ النباتِ.

لَعِبَتِ النباتاتُ لعبةَ الحظِّ هذه، التي قد تُصيب أو تُخطئُ، على مدى بضعِ مئاتِ الملايينِ من الأعوامِ، حتى تطورتِ الحشراتُ لتلعبَ دورَ إلهِ الحبِّ بينها. وكانتِ النتيجةُ واحدةً من أعظمِ زيجاتِ التطورِ المشتركِ في تاريخِ الحياةِ، فكانتِ الحشرةُ تَزُورُ زهرةً ما للحصولِ على عَشَائِها من حبوبِ لقاحٍ غنيةٍ بالبروتينِ، وكان بعضٌ مِن هذهِ الحبوبِ يلتصِقُ حتمًا بجسمِ الحشرةِ. وعندما تكونُ مستعدَّةً للحصولِ على وجبتِها التاليةِ، كانت تزورُ زهرةً أخرى، ناقلةً معَها بقايا غذائِها -دونَ قصدٍ - على جسدِها. وهكذا تُخَصِّبُ حبوبُ اللقاحِ الزهرةَ التاليةِ، سامحةً لها بالتكاثرِ.

لقد كانتْ صفقةً مربحةً لكلٍّ مِن الزهورِ والحشراتِ، وتسببتْ في سلسلةٍ من حالاتِ النموِّ التطوريةِ؛ فنشأ نباتٌ يُنتج رحيقًا سكريًّا بالإضافةِ إلى حبوبِ اللقاحِ، وأصبحتِ الحشراتُ تأتي إليه ليسَ فقط للحصولِ على وجبتِها من حبوبِ اللقاحِ، وإنما أيضًا للتحليةِ، فازدادَ حجمُ الحشراتِ، وطوَّرت أجسادًا مكسوةً بالفروِ، بل طوَّرت كذلك جراباتٍ صغيرةً في سيقانِها لالتقاطِ المزيدِ مِن حبوبِ اللقاحِ في جولاتِها اليوميةِ على الزهورِ، لقد صارتْ نحلاً.

مثَّلَ ذلك مكافأةً لنوعٍ آخرَ بمملكةِ الحيوانِ؛ إنه الإنسانُ. فقد أحبَّ أسلافُنا العسلَ، كما تُؤَكِّدُ صورةُ المرأةِ/الرجلِ التي/الذي تحمِلُ/يحمِلُ القِدْرَ الذي يُصدِرُ الدخانَ في الكهفِ بإسبانيا، والعديدُ من الصورِ القديمةِ الأخرى. لقدِ استمتعُوا بتناولِه استمتاعًا بالغًا، بل توصَّلُوا أيضًا إلى كيفيةِ الانتشاءِ باستخدامِه عن طريقِ تخميرِه لإنتاجِ مشروبٍ يُسمَّى البِتْعَ.

أرادتِ الطيورُ والخفافيشُ المشاركةَ في عمليةِ التلقيحِ، لكنها لم تبلُغْ أبدًا درجةَ النجاحِ التي بلغتْها الحشراتُ، لا سيما النحلُ. ولدينا الكثيرُ من الأسبابِ التي تَدْعُونا للشعورِ بالامتنانِ تجاهَ النحلِ، مثل مَا أحدثتْه من جَمالٍ في الطبيعةِ. فالنباتاتُ، في أثناءِ تنافُسِها مع بعضِها للحصولِ

على خدماتِ النحلِ التكاثريةِ، طوَّرَتْ استراتيجياتٍ أخرى إلى جانبِ الرحيقِ، ألا وهي الرائحةُ الطيبةُ واللونُ.

يملِكُ النحلُ ثلاثةَ مُستقبِلاتٍ ضوئيةٍ، كما هو الحالُ في العينِ البشريةِ، إلا أنَّ مستقبلاتِها مختلفةٌ. فمستقبلاتُنا تُبصِرُ أَلْوانَ الأحمرَ والأزرقَ والأخضرَ، بينما مُستقبلاتُها تَرَى الضوءَ فوقَ



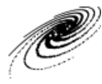
حبوبُ اللقاحِ الذهبيةُ تلطخُ جسمَ نحلةٍ من نوعِ النحلِ النجارِ.

البنفسجيِّ واللونين الأزرقَ والأخضرَ. وتُبصر اللونَ الأحمرَ في طولِ الموجةِ المائلِ للحمرةِ للونِ البرتقاليِّ والأصفرِ.

كذلكَ نَدِينُ للنحلِ بشيءٍ أكثرَ أهميةً من الجمالِ لبقائِنا. فقدْ جعَلَتْ تلكَ الكائناتُ الصغيرةُ كلَّ قضمةٍ زائدةٍ نأكلُها - ينطبِقُ ذلك أيضًا على آكِلِي اللحومِ منا - أمرًا ممكنًا نتيجةَ زيادةِ المحاصيل. ولا يقتصِرُ الأمرُ على زيادتِها كميةَ الطعامِ المتاحِ لنا، وإنما ندينُ لها كذلك بقدرٍ كبيرٍ مِن التنوعِ الحيويِّ الذي جَعَلَ مواردَنا الغذائيةَ يُعتمَدُ عليها بصورةٍ كبيرةٍ عن طريقِ التلقيحِ.

والآنَ، نصلُ إلى الجزءِ الحزينِ في هذه الحكايةِ الرمزيةِ، وهو عندما يعبثُ عضوٌ جديدٌ في مملكةِ الحيوانِ بذلك التحالفِ القديمِ؛ بسببِ افتقارِهِ للوعيِ وأفعالِهِ الطائشةِ القائمةِ على الجشعِ

والتفكيرِ قصيرِ المدى. أظنُّ أنَّكم تعلمونَ ما أرمي إليه ومَن الذي سيتضحُ أنه الْمُذنِبُ هنا.



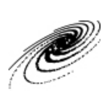
استغرق نمطُ حياتِنا القائمُ على الصيدِ وجمعِ الطعامِ نصفَ مليونِ عامٍ ليتطوَّرَ وليحققَ تعادلاً متوازنًا معَ الطبيعةِ. كانتْ هناكَ بالفعلِ حالاتُ انقراضٍ بسببِ الصيدِ الجائرِ، لكنَّ أسلافَنَا لمْ يتسبَّبْوا أبدًا في كارثةٍ على مستوى العالمِ. وبعدَ ذلك، جاء اكتشافُ الزراعةِ قبلَ نحو 10 أو 12 ألفَ عامٍ ليغيِّرَنا، فعانَيْنَا -بصورةٍ ما- حالةً سيئةً من متلازمةِ إجهادٍ لاحقةٍ للزراعةِ، ولم يكنْ قد أُتيحَ لنا الوقتُ الكافي بعدُ لتطويرِ استراتيجياتٍ للعيشِ بانسجامٍ مع الطبيعةِ ومعَ بعضِنا. فالنعمةُ والنقمةُ اللتان نَشَأَتا من الثورةِ الزراعيةِ ومن قدراتِنا على تحسينِ مواردِنا الغذائيةِ وزيادتِها، أسفرتْ عن تزايدِ أعدادِ البشرِ... كلُّ ذلكَ أَوْقَعَنا في الكارثةِ التي نُواجِهُهَا الآنَ.



منظرُ زهرةِ برجموت كما تراه عينُ نحلة تم التقاطُه بفضلِ التصويرِ الفوتوغرافيِّ الفلوريِّ المرئيِّ الْمُستَحَثِّ بالأشعةِ فوقِ البنفسجية.

أتخيَّلُ وجودَ نُصُبٍ تَذكاريٍّ في مكانٍ ما يَضُمُّ كلَّ الأغصانِ المتكسرةِ من شجرةِ الحياةِ. إنه مكانٌ أُطلقَ عليه اسمُ «قاعاتُ الانقراضِ». ينبغي عليكَ عبورُ أرضٍ خرابٍ قَفرٍ لِتَصِلَ إلى ذلكَ المكانِ، وهو صرحٌ مَهيبٌ ذو شكلٍ جامدٍ ومَأْسَويٍّ بلا نوافذَ ومجرَّدٌ مِن أيِّ مناظرَ طبيعيةٍ للتخفيفِ من تعبيرِه عن نهايةِ الحياةِ. يسقطُ شعاعُ ضوءٍ مُخيفٌ يمرُّ عبرَ فتحةِ السقفِ المستديرةِ على الأرضيةِ المغطاةِ بالرمالِ للغرفةِ المركزيةِ المستديرةِ الْمُشَيَّدةِ من الجرانيت. وتؤدي ستةُ مداخلَ ضخمةٍ إلى أروقةٍ منفصلةٍ يمتلئُ كلٌّ منها بمشاهدَ مُجَسِّمَةٍ لأشكالِ الحياةِ التي اندثرتْ في أحداثِ الانقراضِ الجماعيِّ الستةِ التي كانت كارثيةً لدرجةٍ هددتِ الحياةَ ذاتَها في هذا العالمِ.

قبلَ بضعِ سنواتٍ قليلةٍ لم يكنْ هناكَ سوى خمسةِ أحداثِ انقراضٍ جماعيٍّ لها أسماءٌ معينةٌ، ومِنْ ثمَّ لمْ تحمِلْ سوى خمسةِ أروقةٍ فَقط -من الأروقةِ الستةِ بذلكَ النُّصُبِ- أسماءً، حُفِرت على أقواسِ مداخلِها، وهي: العصرُ الأوردوفيسي والعصرُ الديفوني والعصرُ البرميُّ والعصرُ الترياسيُّ والعصر الطباشيريُّ؛ تخليدًا لأحداثٍ كيميائيةٍ وجيولوجيةٍ وفلكيةٍ كارثيةٍ أسفرتْ عن كثيرٍ مِن الموتى. والآنَ، فقدْ حصلَ الرواقُ السادسُ على اسمِه ولكنَّه اسمٌ مختلفٌ، فقد حَمَل اسمَنا عليه؛ إنَّه عصرُ الأنثروبوسين. الجزءُ الأولُ منْ هذَا الاسمِ «أنثروبو» مشتقٌّ مِنَ الكلمةِ اليونانيةِ التي تَعني «إنسان»، بينما الجزءُ الثاني «سين» هو لاحقةٌ يونانيةٌ تَعني «حديث». لذا، فنحن نعيشُ رسميًّا الآنَ عصرَ الانقراضِ الجماعي الذي يسبِّبُه الإنسانُ.



لنْ نسيرَ في هذا الرواقِ الآنَ؛ فسوفَ نعودُ إليه في وقتٍ لاحقٍ. فنحنُ نستعدُّ الآنَ للانطلاقِ في هذه الرحلةِ الاستكشافيةِ، وقد تَمَكَّنَّا -نحنُ البشرَ- من التغلبِ على الصعوباتِ التي واجهَتْنا مراتٍ عديدةً من قبلُ. فمؤخرًا حَقَّقنا شيئًا اعتبرَهُ **آينشتاين** نفسُه مستحيلاً، لكنَّه أخطأَ؛لأنه استهانَ بقدراتِنا، وينبغي علينا ألا نقعَ في الخطأِ ذاتهِ.

لقد كانَ **آينشتاين** أولَ مَن نظَرَ للكونِ على أنه محيطٌ مكوَّنٌ من الزمانِ والمكانِ. لقد أدركَ أنَّ المادةَ من الممكنِ أن تُرسِلَ تموجاتٍ عبرَ الزمكانِ. وفي عام 1916، تصوَّرَ **آينشتاين** أنَّ وقوعَ انفجاراتٍ كارثيةٍ للمادةِ في أقاصي الكونِ من المفترضِ أن تكوِّنَ شيئًا أكبرَ بكثيرٍ مِن التموجات؛ أي تكوِّنُ موجاتٍ كبيرةً مثلَ موجاتِ الجاذبيةِ.

والآنَ وصَلنا إلى تلكَ الحالةِ النادرةِ التي لم يَتَخَيَّلْها أحدٌ، بما في ذلك **آينشتاين** ذاتُه؛ فقدْ ذكرَ بشكلٍ قاطعٍ أنه لن يمكنَ أبدًا تصميمُ تجربةٍ وتنفيذُها لإثباتِ وجودِ موجاتِ الجاذبيةِ. لماذا؟ الأمرُ أشبهُ بتخيلِ قياسِ عرضِ شعرةٍ بشريةٍ من مجرةٍ بعيدةٍ. لقد رأى **آينشتاين** أنَّ موجاتِ الجاذبيةِ ستكونُ خافتةً لدرجةٍ تحولُ دونَ الكشفِ عنها عبرَ المسافاتِ الهائلةِ في الكونِ. وبحلولِ الوقتِ الذي تكونُ قد عَبَرت فيه هذا المحيطَ الهائلَ، ستكونُ قد أصبحتْ واهنةً لدرجةٍ لا نتمكَّنُ معها من إدراكِها.

على مدى مائةِ عامٍ أخرى، جاهَدَ علماءُ الفيزياءِ النظريةِ والتجريبيةِ للبحثِ عن أدلةٍ مباشرةٍ تُؤَكِّدُ صحةَ وجودِ هذه الموجاتِ. فما مدى صِغَرِ الشيءِ الذي بحثُوا عنْهُ؟ إنَّهُ أصغرُ مِن الذرةِ، وأصغرُ من جُسَيْمٍ واحدٍ؛ في الواقعِ، إنَّهُ وَاحِدٌ على عشرةِ آلافٍ من قُطرِ بروتون واحدٍ. وهذا من شأنِهِ السماحُ لنا بتتبعِه وصولاً إلى مصدرِه، وهو تصادمُ ثقبَيْنِ أسودَيْنِ على بعدِ مليارِ سنةٍ ضوئيةٍ.

في عامِ 1967، دَشَّنَ علماءُ ومهندسون مشروعًا سيُعرَفُ فيما بعد باسمِ «مرصدُ مقياسِ التداخلِ الليزريِّ لموجاتِ الجاذبيةِ» (ليجو). كلُّ ما كانوا بحاجةٍ إليه هو حَدَثٌ هائلٌ يؤدي إلى اضطرابِ الزمكان -مثلِ ثقبَيْنِ أسودَيْنِ متصادِمَيْنِ- وزَوْجٌ مِن أجهزةِ الكشفِ بالغةِ الحساسيةِ للتمكنِ من تسجيلِ الاصطدامِ مِن على بُعدٍ يزيدُ على مليارِ سنةٍ ضوئيةٍ. فعندَ تصادُمِ الثقبَيْنِ الأسودَيْنِ، قد يحدُثُ إعصارٌ زمكانيٌّ يُمَدِّدُ المكانَ في كلِّ الاتجاهاتِ، ويتباطأُ الزمانُ نفسُهُ، قبل أن يتسارعَ ويبطئَ مجددًا.

لماذا يجبُ أن يبلغَ طولُ كلِّ جهازِ كشفٍ مِيلَيْنِ ونصفَ الميلِ؟ لأنه لسماعِ شيءٍ بهذه الدرجةِ من الخفوتِ، تحتاجُ إلى أذنَيْنِ كبيرتَيْنِ للغايةِ. ولماذا جهازَا كشفٍ؟ لأنَّ هذه هي الطريقةُ التي يُمكن بها تمييزُ موجةِ الجاذبيةِ عن الضوضاء. أما الجهازُ الثاني، فهو لازمٌ للتأكدِ مما توصَّلَ إليه الجهازُ الأولُ. ومن خلالِ استخدامِ جِهَازَيْ كَشْفٍ تفصلُ بينهما مسافة 1، 159،1، ميلٍ؛ أحدُهُما في ليفينجستون بلويزيانا والآخرُ في هانفورد بواشنطن، تمكَّنَ العلماءُ مِن حسابِ الفاصلِ الطفيفِ في وقتِ وصولِ الإشارةِ، الأمرُ الذي كانَ من شأنِه السماحُ لنا بتعقبِها وصولاً إلى مصدرِها، وهو تصادمُ ثقبَيْنِ أسودَيْنِ قبلَ مليارِ سنةٍ ضوئيةٍ.

تتبدَّدُ موجاتُ الجاذبيةِ في أثناءِ تنقلِها، شأنُها في ذلك شأنُ الموجاتِ الهائلةِ في البحارِ. وبحلولِ الوقتِ الذي طَرَأَتْ فيه **لآينشتاين** فكرتُه الثوريةُ قبلَ قرنٍ مِن الزمانِ، كانت موجةُ الجاذبيةِ هذه لا تزالُ على بُعدِ مائةِ سنةٍ ضوئيةٍ من الأرض؛ إذ كانت تمرُّ برفقٍ بالنجمِ القزمِ الأصفرِ «HD 37124» وكواكبِهِ وأقمارِهِ في مجرَّتِنا دربِ التبَّانةِ. تُرى هلْ كانَ هناكَ أحدٌ في ذلك العالمِ ليكشِفَ عنها؟

حينَ وصلتْ موجةُ الجاذبيةِ إلى جهازَيْ كَشْفِ مرصدِ «ليجو»، لم يكنْ قد تبقَّى من كيانِها الهائلِ السابقِ سوى خيطٍ رفيعٍ، مجردُ صوتٍ خافتٍ، لكنَّه كافٍ لإثباتِ وجودِ موجاتِ الجاذبيةِ، ولتقديمِ أولِ دليلٍ مباشرٍ على وجودِ الثقوبِ السوداءِ، ولحصولِ العلماءِ الذين قادوا المشروعَ على جائزةِ نوبل في الفيزياءِ عامَ 2017.

يتسمُ هذا المشروعُ الذي امتد خمسينَ عامًا، وهذا هو طبيعةُ السعي العلميِّ الطموح، بشيءٍ أشبهَ بتشييدِ دُورِ العبادةِ الشامخةِ في الماضي، ويجسّدُ تعبيرًا عن الإيثارِ في خدمةِ البشريةِ بما يبعثُ الأملَ في النفوسِ.



بينما أكتبُ هذه الكلماتِ، يعملُ علماءُ ومهندسون على مشروعِ «Breakthrough Starshot»، ويمثل أولَ بعثةِ استطلاعٍ للبشريةِ تنطلِقُ نحوَ أقربِ النجومِ لنا. وهم يعملون مع عدمِ تَوَقُّعِهم أن يكونوا على قيدِ الحياةِ عندَ انتهاءِ المشروعِ.

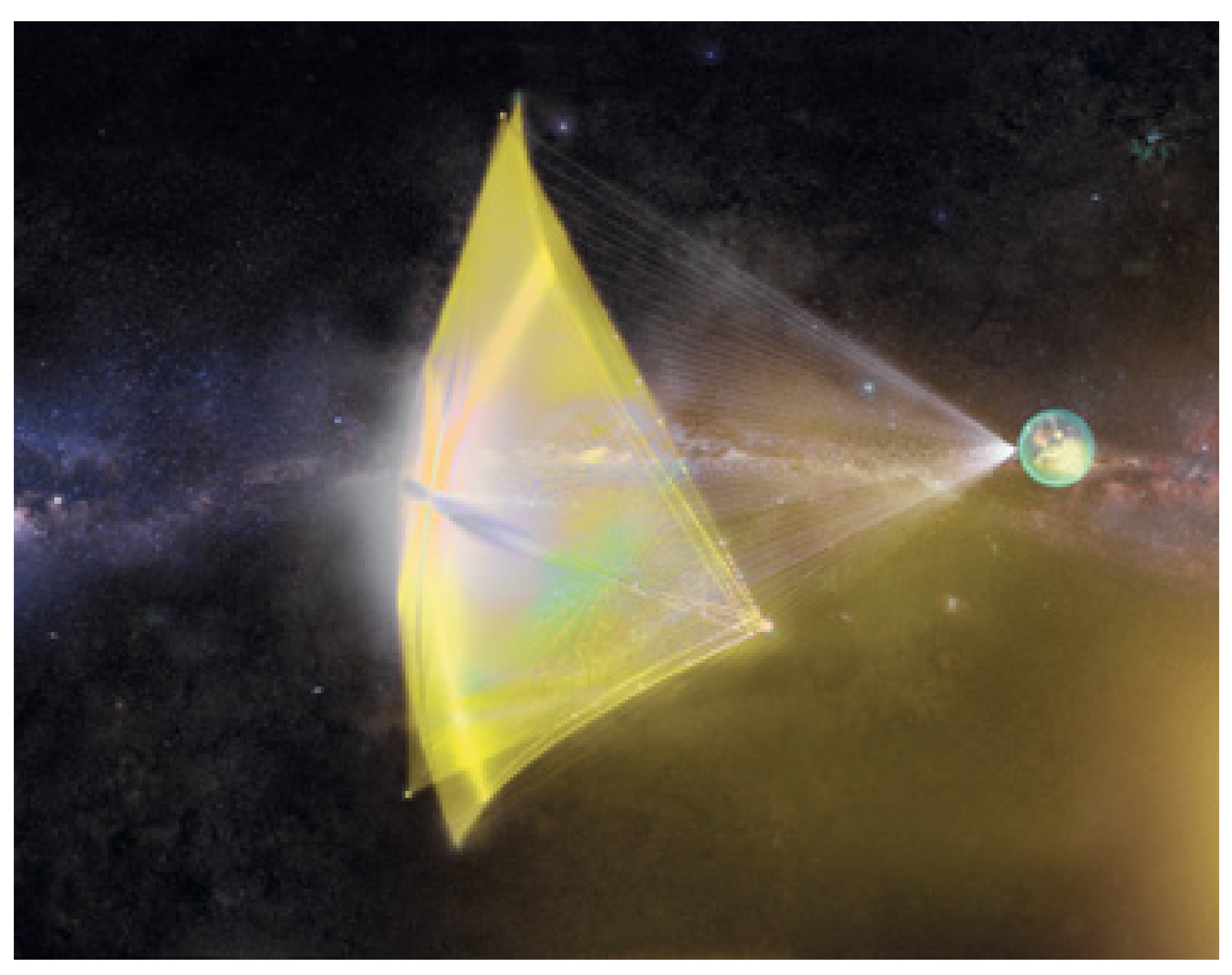
بعدَ نحوِ عشرينَ عامًا مِنَ الآنَ، سيغادرُ في رحلةٍ بينَ النجومِ أسطولٌ مؤلَّفٌ من ألفِ سفينةِ فضاءِ الأرضَ، ولا يتعدَّى وزنُها جرامًا واحدًا وتسيرُ بقوةِ ضوءِ الليزرِ الموجودِ في أشرعتِها. لن يتجاوزَ حجمُ كلٍّ من هذه المركباتِ حبةَ بازلاءَ، لكن كلاًّ منها مُجَهَّزٌ بكلِّ ما تَضَمَّنَتْهُ مركبتا «فوياجر» التابعتانِ لوكالةِ ناسا - وهما أولُ مركبتَيْن بين النجومِ يصنعُهما البشرُ - بل أكثرُ من ذلك. فداخلَ كلِّ مركبةٍ نانونيةٍ يُوجَدُ كلُّ شيءٍ ضروريٍّ لتنفيذِ الاستكشافِ الأوَّلِيِّ لعوالمِ نجمٍ آخرَ وإعادةِ هذه المعلوماتِ المرئيةِ والعلميةِ إلى الأرضِ.

لقدْ ظلتِ المركبةُ «فوياجر 1» تسيرُ بسرعةِ 38 ألفَ ميلٍ في الساعةِ لأكثرَ مِن 40 عامًا. وهذه سرعةٌ مُبهرةٌ في نَظَرِنا، ولا تزالُ المركبةُ تسيرُ باستخدامِ مساعدةِ جاذبيةٍ واحدةٍ حَصَلَتْ عليْهَا جراءَ الدورانِ حولَ كوكبِ المشتري هائلِ الحجمِ في السنواتِ الأولى من رحلتِهَا الملحميةِ. ولكن على مستوى مجرةٍ واحدةٍ، فإن الأمرَ أشبهُ بالركضِ في سباقٍ في حلمٍ؛ فالمركبةُ سريعةٌ، لكنها أبطأُ بكثيرٍ مما يُمكِّنهَا من الوصولِ إلى أيِّ مكانٍ.



تصوُّرٌ فنيٌّ لثقبَيْنِ أسودَيْنِ على وَشْكِ الاندماجِ. في عامِ 2017، كشفَتْ مراصدُ «ليجو» عن موجةِ جاذبيةٍ سَبَبُهَا تصادمٌ حَدَث قبل 1.1 مليارِ سنةٍ، أدى ذلكَ إلى وجودِ ثقبٍ أسودَ واحدٍ تَزِيدُ كتلتُهُ على كتلةِ الشمسَ عشرينَ مرةً.

ستتجاوزُ المركبةُ النانويةُ لمشروعِ «Starshot» مركبةَ «فوياجر» في أربعةِ أيامٍ فقطْ. إنه أمرٌ مذهلٌ لا شكَّ، لَكِنْ تظلُّ سرعةُ هذه المركبةِ النانوية لا تتجاوزُ 20 في المائةِ فقطْ من سرعةِ الضوءِ. والنجومُ تبعُدُ عن بعضِها بمسافاتٍ هائلةٍ، فأقرَبُها لنا، قنطورٌ الأقربُ، يبعُدُ أربعةَ أعوامٍ ضوئيةٍ عنا؛ أي ما يتطلَّبُ رحلةَ ذهابٍ فَقَط تستغرقُ 20 عامًا للوصولِ إليه.



يتصوَّرُ مشروعُ «Breakthrough Starshot» مركبةً نانويةً فائقةَ الخفةِ تَسير مع الضوءِ بسرعاتٍ تَزيدُ على 100 مليونِ ميلٍ في الساعةِ. وبهذهِ التكنولوجيا، قد تتمكَّنُ بعثةٌ مُحَلِّقَة في الفضاءِ من الوصولِ إلى قنطورٍ الأقربِ، وهو أقربُ نظامٍ نَجميٍّ للأرضِ، في نحوِ 20 عامًا فقط.

في نظامِ نجمِ قنطورٍ الأقربِ، نعلمُ أنَّ هناك عالَمًا في المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ، حيثُ يمكنُ أن تتدفَّقَ المياهُ وتزدهرَ الحياةُ. وربما توجدُ عوالمُ أخرى في هذا النظامِ لم نكتشِفْها بعدُ، وسيرسِلُ إلينا مبعوثُونا من الروبوتاتِ حكاياتٍ تَروي رحلاتِهم إلى ذلكَ العالمِ الجديدِ أو العوالمِ الجديدةِ، وستتسارعُ البياناتُ التي سيرسلونها إلى الأرضِ عبرَ الموجاتِ اللاسلكيةِ بسرعةِ الضوءِ، مستغرقةً أربعةَ أعوامٍ لِتَصِلَ إلينا. فما الاكتشافاتُ التي سترسلُها إلينا بعدَ نحوِ 40 عامًا من الآنَ؟

ربما سيكونُ بعضُكم لا يزالُ على قيدِ الحياةِ لقراءةِ هذه الصفحاتِ الجديدةِ في كتابِ الحياةِ.

مِن كهفِ بلومبوس إلى السفرِ بسرعةِ الضوءِ إلى النجومِ في بضعِ دقائقَ فقط بالتقويمِ الكونيّ، يُمكن القولُ إننا نعيشُ بالفعلِ مرحلةً حرجةً للغايةِ في تاريخِ البشريةِ، لكنَّ الأوانَ لم يَفُتْ بعدُ. فقد أَثْبَتْنَا -نحنُ البشرَ- أنَّه بإمكانِنا تجاوزُ أكثرِ آمالِ أعظمِ عقولِنَا جموحًا. إن العوالمَ الماضيةَ والمستقبليةَ المحتملةَ التي نُوشكُ على زيارتِها، والباحثينَ البطوليينَ الذين نُوشكُ على روايةِ قِصَصِهم، كلُّ ذلك يَشْهَدُ على قدراتِنا الهائلةِ على النجاةِ من مراهقتِنا التكنولوجيةِ، وحمايةِ موطنِنا الصغيرِ، وتأمينِ مرورٍ آمنٍ لنا في محيطِ الزمكانِ الهائلِ، بحيث لم تعُدْ تَحُدُّنا الأرضُ أو المحيطُ أو السماءُ بعدَ الآنَ.



مدخل «بير سبز»، وهي مغارةٌ زرادشتيةٌ مقدَّسَةٌ تَقَع فيما يُعرَف الآن بوسطِ إيران. وتُشير الأسطورةُ إلى أن نيكبانو، ابنةَ آخرِ ملوكِ الساسانيين، قد أَوَتْ إلى تلكَ المغارةِ. والتكثيفُ الموجودُ داخلَ الكهفِ، الذي يُتخيَّلُ أنه دموعُ حزنِ نيكبانو، أكسبَ هذا المزارَ اسمَهُ الآخرَ، وهو «تشك تشك»، بمعنى «قطرة، قطرة»

| الفصلُ الثاني |

الملكُ القاهرُ

العقولُ لا تُغزَى بالقوة، وإنما بالحب والنُّبل.

- باروخ سبينوزا، «علم الأخلاق»، 1677

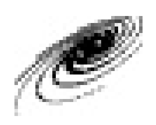
لا تحتفِظْ بالحبوبِ في انتظارِ ارتفاعِ الأسعارِ والناسُ جوعى.

- عبارةٌ منسوبةٌ إلى زرادشت



تشهدُ هذه الجماجمُ الثلاثُ على عصرٍ عاشت فيه ثلاثةُ أنواعٍ من الأسرِ البشريةِ في نفسِ المكانِ والزمانِ، وهي -من اليسارِ-
Homo Habilis (الإنسانُ الماهرُ) Homo Erectus (الإنسانُ المنتصبُ) Australopithecus Robustus
(الإنسانُ الموازي). وهذه الجماجمُ، التي عَثَرَت عليها فرقُ ريتشارد ليكي الاستكشافيةُ في كينيا، عاشتْ جميعُها قبل نحو 1.5

مليون عام.



ها نحنُ الآنَ، بعدَ نحوِ 10 آلافِ عامٍ مِن اكتشافِ الزراعةِ، نتنبه للكونِ من حولنا ونخطُو أولى خطواتِنا نحوَ استكشافِه في اللحظةِ ذاتها التي يُهددُ فيها تفكيرُنا قصيرُ المدى وجشعُنا بهدمِ حضارتِنا. نحنُ نعلمُ أنَّ علينا أن نتغيرَ، إذا أردنا ألا يحدثَ ذلك. لكن هل هذا ممكنٌ؟ هل نحنُ، كنوعٍ بشريٍّ، قادرونَ على تغييرِ أنفسنا؟ أم أنَّ هناك شيئًا بداخلِنا يدفعنا إلى تدميرِ أنفسِنا؟

لقدْ طاردَني أنا و**كارل ساجان** هذا السؤالُ، واتفقْنا على تتبعِ الأدلةِ إلى حيثُ سَتَقُودُنا، أيًّا كانَ ذلكَ. وتحوَّلتْ سنواتُ بحثِنا وتفكيرِنا في هذه المسألةِ إلى كتابِنا «ظلالُ أسلافِنا الْمَنْسِيّين»، الذي اقتُبِستْ منه أجزاءٌ في هذا الفصلِ. وإن كان شيءٌ قد حَدَثَ منذ ذلكَ الحينِ، فهو أنَّ السؤالَ الذي ألهمنا آنذاكَ صار أكثرَ إلحاحًا من أيِّ وقتٍ مَضَى.

قد يَقِلُّ ما يكتنفُ هذا السؤالَ مِنْ غموضٍ، إذا كانَ بإمكانِ الذاكرةِ البشريةِ العودةُ إلى بدايةِ نشأةِ الحياةِ. لكننا لم نَنْتَبِهْ إلى ماضينا السحيقِ إلاَّ مؤخرًا. لقدْ بدأنا لتوّنا، بجديةٍ، محاولةَ إعادةِ تصوُّرِ ما يمكنُ أن يكونَ قد حدثَ للنوعِ البشريِّ قبلَ أنْ تبدأَ ذكرياتُنا الواعيةُ في توضيحِ أثرِها، بل بَدَأْنَا أيضًا محاولةَ تصوُّرِ الأحداثِ التي وقعتْ قبل وجودِنا كنوعٍ مستقلٍّ وربما تكونُ قد تسببتْ في عيوبٍ خِلْقيةٍ.

أتصوَّرُ أن البشرَ أسرةٌ تُعاني من فقدانِ الذاكرةِ، وظلتْ تختلِقُ قصصًا عن ماضِيها حتَّى وجدتْ وسيلةً لإعادةِ تصوُّرِه، ألا وهي العلوم. إلا أننا ما زلنا نُغَرْبِلُ ترابَ الأرضِ لنعثُرَ على قطعٍ من حجرِ الصوَّانِ وعظامِ الحيواناتِ التي تمثِّلُ المصنوعاتِ القليلةَ المتبقيةَ من مرحلةِ طفولةِ البشريةِ.

كهفُ وندرويرك بجنوبِ إفريقيا هو أحدُ أقدمِ الْمُستوقداتِ في التاريخِ. اجتمعَ أسلافُنا فيه حولَ نيرانِ المخيمِ مُنْذُ فترةٍ طويلةٍ تبلُغُ نحوَ مليونِ عامٍ، مبتكرينَ بذلك البِنى الاجتماعيةَ التي لا نزالُ نُدرِكُها في أنفسِنا الآنَ.





إذا كانَ ثمةَ أماكنُ على الأرض مُقَدَّسةٌ للنوعِ البشريّ، فلا ريبَ أنَّ كهفَ **وندرويرك** في قمةِ تلِّ **كورومان** بمقاطعةِ كيب الشماليةِ في جنوبِ إفريقيا هو أحدُ هذه الأماكنِ. ويُعدُّ **وندرويرك** أقدمَ موقعٍ نَعْرِفُه استُئنِستْ فيه النارُ لتلبيةِ احتياجاتِ البشرِ. فقبلَ مليونِ عامٍ اجتمعَ أسلافُنا في ذلكَ المكانِ وصاروا من أوائلِ مَن أوقدوا شعلةَ الثقافةِ البشريةِ.

وندرويرك كهفٌ يُشبِهُ قاعاتِ الرقصِ في أبعادِه. فحتى أطولُ البشرِ يُمكنُه الوقوفُ منتصبًا فيه والسيرُ لما يزيدُ على 400 قدمٍ في أكثرِ تجاويفِهِ عمقًا. ويبحثُ العلماءُ من شتَّى الفروعِ المعرفيةِ في هذا المكانِ، كلٌّ على طريقتِه؛ إذ يمارِسونَ الطقوسَ السريةَ لمذهَبِهم العلميِّ عن طريقِ مسحِ الكهفِ بأشعةِ الليزرِ، وإجراءِ فحصٍ دقيقٍ لكلِّ ميكرون من حبوبِ اللقاحِ والرواسبِ فيه باستخدامِ تقنياتٍ لتحديدِ التاريخِ تَستخدِمُ النظائرَ المشعَّةَ كونيةَ المنشأِ والتألقَ الْمُستحثَّ ضوئيًّا. الكلُّ يعملُ جاهدًا لجمعِ المعلوماتِ عن التاريخِ المفقودِ لذلكَ المكانِ القديمِ، واكتشافِ - في النهايةِ - ما كنَّا عليهِ في السابقِ.

إنَّ الدراسةَ العلميةَ لكيفيةِ التفافِ قِطَعِ الرمادِ المجهريةِ بهذهِ الطريقةِ أو تلك، يمكنُ أن تساعِدَنا في التمييزِ بين النيرانِ الطبيعيةِ وتلك التي أُشعِلت عن عمدٍ وتزايدتْ قوتُها. كذلك فإن بقايا النيرانِ الموجودةِ في أعماقِ ذلك الكهفِ، والتي خَمَدَت قبلَ عدةِ مئاتِ الآلافِ من السنين- تُخبرُنا بأنَّ أسلافَنَا قد أشعَلوا تلك النيرانَ لالتماسِ الدفءِ وللطهيِ.

كلُّ فردٍ مِن الجنسِ البشريِّ على قيدِ الحياةِ الآنَ هو أحدُ أفرادِ جنسِ Homo؛ فنحن Homo Sapiens - أو ما يُعرَف باسمِ «الإنسانِ العاقلِ». أما أسلافُنا، الذين تجمَّعوا في كهفِ وندرويرك، فكانوا Homo Erectus، أي «الإنسانَ المنتصبَ». فلم يكونوا على ما أصبحنا عليه الآن، لكنَّنَا نحملُ ما كانوا عليه بداخلِنا. لا نعرفُ الكثيرَ عنهُم، لكنَّنا نعتقِدُ أنهم اعتنَوْا ببعضِهم عندَ تقدُّمِهِم في العُمرِ أو إصابتِهم بالمرضِ، كما نعلمُ أنهم كانوا صُنَّاعَ أدواتٍ مهرةً.

من بين جميعِ العوالِمِ التابعةِ للشمسِ، بما في ذلك جميعُ المذنباتِ والكويكباتِ والأقمارِ والكواكبِ، لا يوجدُ سوى عالَمٍ واحدٍ فقط يُمكنُكَ إشعالُ النارِ فيه؛ إنه عالمُنا. ولم يصبِحْ ذلك ممكنًا إلا عندَ توافرِ ما يكفِي من الأكسجينِ في الغلافِ الجويِّ، وهو ما لم يحدُثْ إلا في آخرِ 400 مليونِ سنةٍ، أو الأيامِ العشرَةِ الأخيرةِ في التقويمِ الكونيِّ. وفي كهفِ وندرويرك، استأنَسَ أسلافُنَا قوةَ النارِ، وكُوفِئُوا بسخاءٍ مقابلَ براعَتِهم. فحولَ النارِ التي أُشعِلت في ذلك الكهفِ بدَأنا

في طهيِ طَعَامِنا، وهو ما جعَلَه ليِّنًا، مانحينَ أجسامَنا بذلك قدرًا أكبرَ بكثيرٍ من الطاقةِ مقارنةً بتلك التي كنا نَبْذُلها في المضغِ اللانهائيِّ للحمِ النيءِ غيرِ المطهوِّ، وبالتالي الأكثرِ قساوةً. كذلك منَحتْنا النارُ الدفءَ، وحمَتْنا من الحيواناتِ المفترسةِ التي كانت تُرهبُنا. كما أننا تَجَمَّعْنا حولَ النارِ كجماعةٍ في الليلِ، وتناوَلْنا الطعامَ معًا ورَوَيْنَا القصصَ لبعضِنا، وهو ما خَلَق هويةً متبصرةً مشتركةً مع بني جِنسِنا وحقَّقَ الترابطَ بين الأطفالِ وكبارِ السنِّ.



يمكنُ اعتبارُ استئناسِ النارِ سمةً مميزةً للبشرِ عن الحيواناتِ. لقد طوَّرتِ النباتاتُ، في الواقعِ، استراتيجياتِ بقاءٍ تستغلُّ الحرائقَ الطبيعيةَ لقهرِ منافسِيها، لكنَّها لا يُمكنُها إشعالُ هذه الحرائقِ أو إخمادُها. ويصلُ تقديرُ الدورِ المحوريِّ للنارِ في الوعيِ البشريِّ والثقافةِ البشريةِ إلى ذِرْوتِه في المعتقداتِ والممارساتِ الروحانيةِ لأحدِ أقدمِ العقائدِ الحيةِ.

في عصرِ النبيِّ **إبراهيمَ**، ظهر في بلادِ فارسَ- التي صارتِ الآنَ إيرانَ، **زرادشت** الذي لا يزالُ عامُ ميلادِه غيرَ معلومٍ، مع إشارةِ بعضِ التكهُّناتِ المطلعةِ إلى أنه قد عاشَ قبلَ أربعةِ آلافِ عامٍ تقريبًا. كانت النارُ معبودة **زرادشت**؛ فكُرِّس كلُّ معبدٍ زرادشتي للنارِ. وكانتْ رعايةُ شعلةٍ أبديةٍ من النارِ على مدَى القرونِ أحدَ الالتزاماتِ الطقسيةِ القليلةِ للزرادشتيين. ورمزتِ النارُ إلى الطُّهْرِ ونورِ العقلِ المستنيرِ.

لم يُرد **زرادشت** من أتباعِه قرابينَ طقسيةً أو مالاً، وإنما كلُّ ما طلَبهُ منهم هو الحفاظُ على الشُّعلةِ متقدةً، والتفكيرُ في أفكارٍ جيدةٍ، والالتزامُ بحُسنِ القولِ وصالحِ العملِ. لكن لسببٍ ما لم يُلَبِّ معظمُ الناسِ هذه المطالبَ البسيطةَ. وكانوا يُفكِّرون عادةً في أمورٍ سيئةٍ ويتحدَّثون بالسوءِ، وبعضُهم ارتكَبَ جرائمَ شرٍّ. فلماذا؟

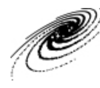
ليستْ لدينا إجابةٌ وافيةٌ عن هذا السؤالِ بَعْدُ. وترجِعُ أُولى محاولاتِ الإجابةِ عنه إلى الزرادشتيين، حيث تمثَّلتْ إجابتُهم في أنَّ كلَّ الأمورِ السيئةِ في العالمِ والجرائمِ التي يرتكبُها البشرُ، وكذلك الكوارثُ الطبيعيةُ والأمراضُ، سببُها نقيضُ رمزهم «**أهورامزدا**»؛ أي توءمُهُ الطالحُ، **أنجرا ماينيو**، وفسادُهُ الدائمُ. التمسَ **أهورامزدا** المساعدةَ من البشرِ للتغلُّبِ على **أنجرا ماينيو**. فأيُّ شخصٍ، من خلالِ أفعالِهِ، يُمكِنُ أن يرجِّحَ كفَّةَ مستقبلِ الكونِ بأكملِهِ إما ناحيةَ الخيرِ وإما ناحيةَ الشرِّ.



أنجرا ماينيو، رمز الشرِّ لدى الزرادشتيين، ينقضُّ بشراسةٍ على ثورٍ في هذا النحتِ الغائرِ الموجودِ في موقعِ برسبوليس الأثريِّ.

يُوجدُ رسمٌ يُصوِّرُ **أنجرا ماينيو** في النحتِ الغائرِ الْمَهيب الذي لا يزالُ مُفعَمًا بالحياةِ في برسبوليس، وهو ذلك المجمَّعُ المذهلُ الذي بناه الأباطرةُ الفرسُ في القرنِ السادسِ قبلَ الميلادِ عندَما كانوا القوةَ العُظْمَى الوحيدةَ في العالمِ. **لأنجرا ماينيو** في الرسمِ قَرْنانِ قصيرانِ غليظانِ، وذيلٌ طويلٌ مُسْتَدِقُّ الطرفِ، وحوافرُ مشقوقةٌ. هل يبدو هذا الوصفُ مألوفًا لك؟ إن تصوُّرَنا للشيطانِ هو محاكاةٌ لصورةِ **أنجرا ماينيو**. كانت الزرادشتيةُ العقيدةَ السائدةَ من اليونانِ إلى الهندِ لمدةِ ألفِ عامٍ. لا عجَبَ إذنْ أنها كانتْ مؤثرةً للغايةِ على العقائد التي ظهرتْ بعدَ ذلك.

كان **أهورامزدا** محبًّا للكلابِ لا القططِ. ولذا، إذا قَتَلَ زرادشتيٌّ كلبًا دونَ قصدٍ، فإن السبيلَ الوحيدَ للتكفيرِ عن هذه الجريمةِ هو أن يَقْتلَ عشرةَ آلافِ قطةٍ. أما **أنجرا ماينيو**، على الجانبِ الآخرِ، فكان محبًّا للقططِ. فهلْ يمكنُ تفسيرُ ارتباطِ القططِ بالساحراتِ - خادماتِ الشيطانِ - في إطار هذا التفضيلِ؟



في عالَمِ ما قبلَ العلومِ، عندَما أطلَّ الشرُّ برأسِهِ القبيحِ، لم تُوجدْ وسيلةٌ لفَهْمِهِ أفضلُ من خُبثِ **أنجرا ماينيو** الذي لا حدودَ له.

تخيَّلْ أنَّكَ فارسيٌّ قديمٌ تَهْتَمُّ بشئونِك الخاصةِ، وفجأةً تغيَّر سلوكُ كلبِ الأسرةِ المحبوبِ، من حامِي الأسرةِ الوفيِّ الذي أحببتَهُ لسنواتٍ إلى عدوٍّ ثائرٍ. فأصبحتْ تعبيراتُه خبيثةً على نحوٍ واضحٍ. وصار يُزَمْجِرُ بقوةٍ ويُكَشِّرُ عن أنيابِه، مع بَدءِ خروجِ بعضِ الزَّبَدِ من جوانِبِ فمِهِ وتَقَاطُرِهِ من بين أسنانِهِ الحادةِ الشبيهةِ بأسنانِ مصَّاصي الدماءِ. ينهَضُ الكلبُ على حينِ غرةٍ من موضعِ جلوسِهِ، ويتحرَّكُ بهدوءٍ ناحيةَ ابنتِك الصُّغْرى البالغةِ من العمرِ سبعةَ أشهرٍ وهي تُنَاغِي في مهدِها. وفي حركةٍ سريعةٍ مرعبةٍ، تُدرِكُ أن كلبَك على وَشْكِ الانقضاضِ على طفلتِك. فلا يمكنُك أن تُفَسِّرَ هذا التحوُّلَ المروِّعَ إلا أنه مَسٌّ شيطانيٌّ.

إلا أن هذه ليستْ قصةً عن الخيرِ والشرِّ . إنما هي في الواقعِ مجردُ قصةِ حيوانٍ مفترسٍ وفريستِه. في هذه الحالةِ، فإن الحيوانَ المفترِسَ مجهريُّ الحجمِ. فالميكروباتُ الْمُسَبِّبَةُ للأمراضِ ماهرةٌ في الصيدِ بصورةٍ شيطانيةٍ؛ إذ يمكنُها الإطاحةُ بالأجسامِ المضيفةِ لها بعد استغلالِها كأنظمةِ توصيلٍ للأمراضِ التي تحمِلُها. وبسببِ التقاءِ ذلك الكلبِ المسكينِ تعيسِ الحظِّ مصادفةً بخفاشٍ مسعورٍ قَبْلَ وقوعِ الحادثِ الموضَّحِ فيما سبق بفترةٍ تتراوحُ بين ثلاثةِ أسابيعَ وعدةِ أشهرٍ، وَجَدَ نفسَهُ -دونَ ذنبٍ- الشخصيةَ الرئيسةَ في قصةِ رعبٍ عَنِ الموتى الأحياءِ.

ما إن اقتَحمتْ مجموعةٌ من الفيروساتِ الشبيهةِ بالطلقاتِ الناريةِ مجرَى دمِ ذلكَ الكلبِ حتى أسرعتْ إلى دماغِهِ، حيث هاجَمَتْ جهازَهُ الحوفيَّ في المخِّ. وفيروساتُ داءِ الكلبِ، أو الفيروساتُ الكلبيةُ المسماةُ على اسمِ روحِ الجنونِ والغضبِ عندَ الإغريقِ، بارعةٌ في التلاعبِ بدوائرِ الغضبِ. فيرتدُّ الكلبُ إلى الذئبِ الْمُزَمْجِرِ الذي كان عليهِ قبل أن يتطوَّرَ. وتَتبَعُ ذلك معركةٌ، حيثُ تحاصرُ أسرابٌ مِن الفيروساتِ الكلبيةِ الخلايا العصبيةَ وتغزوها وتسطو على آليةِ الجهازِ العصبيِّ. وعن طريقِ مهاجمةِ الخلايا العصبيةِ، يحوِّلُ فيروسُ داءِ الكلبِ الحيوانَ المسكينَ إلى وَحْشٍ ضارٍ لا يعرِفُ الولاءَ أو الحبَّ تُجاه أي شخصٍ. فالحيواناتُ المسعورةُ لا تعرِفُ الخوفَ.

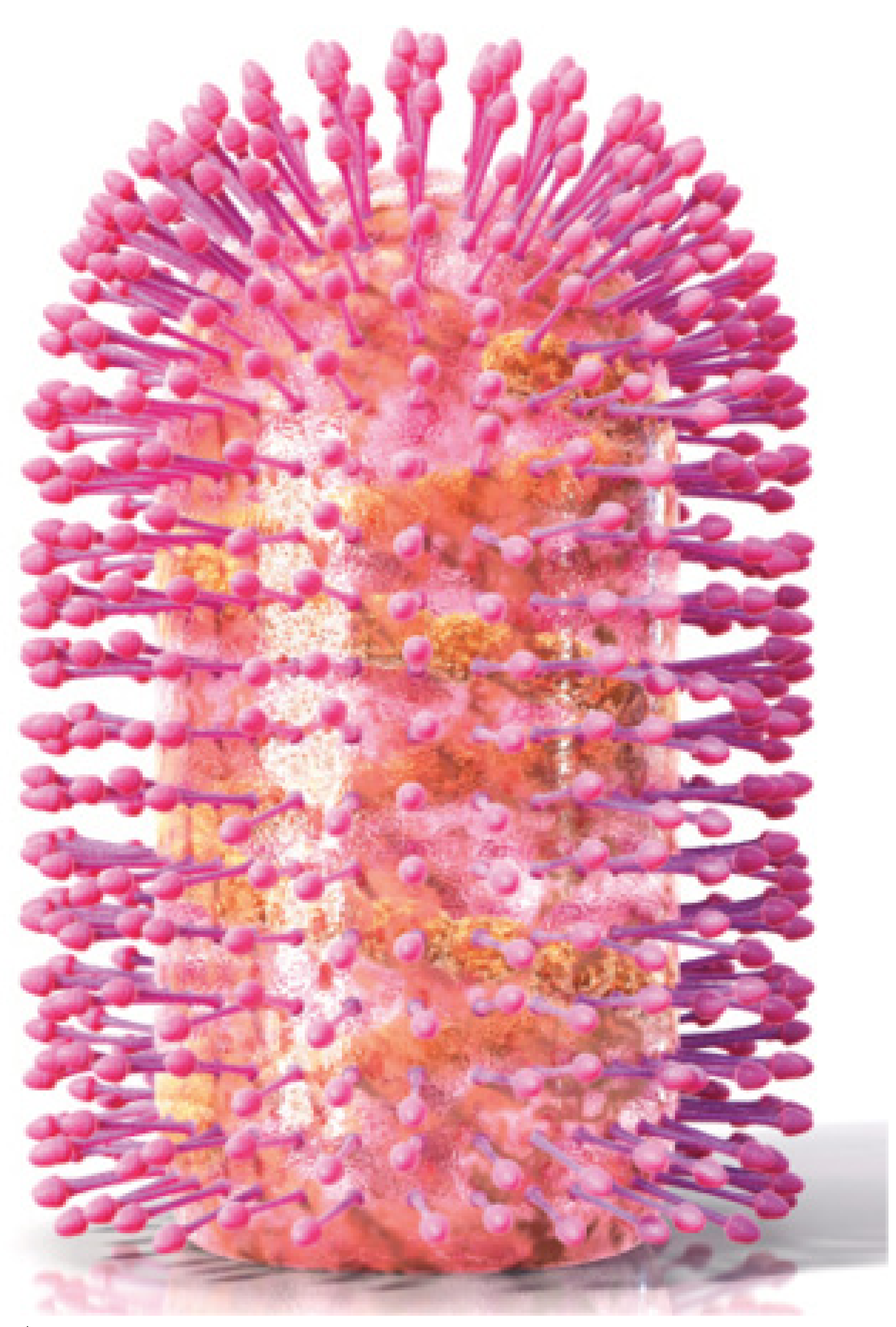
ينسحِبُ سربٌ من الفيروساتِ متجهًا إلى أسفلَ وصولاً إلى الأعصابِ الموجودةِ في حلْقِ الكلبِ. وبعد هزيمةِ الجهازِ الحوفيِّ، تُرسَلُ مجموعةٌ أخرى من فيروساتِ داءِ الكلبِ لزيادةِ إنتاجِ اللعابِ بصورةٍ كبيرةٍ. وتكونُ مُهِمَّتُها هي شلّ قدرةِ الكلبِ على البلْعِ. ويَزيدُ ذلك من فرصِ تركِ اللعابِ المصابِ بالعدوى جسمَ الكلبِ وغزوِه للهدفِ التالي. فيتدفقُ وابلٌ مِن اللعابِ من فمِ الكلبِ على صدرِهِ وعلى الأرضِ، وهو ما يُحَسِّنُ من فرصِ غزوِ الفيروسِ لضحايا جددٍ.

كيف يمكنُ لفيروسٍ تنسيقُ مثلِ هذه السلسلةِ المعقدةِ من عملياتِ الهجومِ التكتيكيةِ؟ كيف يُمكن لفيروسٍ معرفةُ أنَّ جزءًا مِن دماغِ كائنٍ آخرَ هو محلُّ الغضبِ؟ الإنسانُ نفسُهُ لم يتوصَّلْ إلى

هذهِ المعلومةِ إلا مؤخرًا. هذه هي قوةُ التطورِ بالاصطفاءِ الطبيعيِّ؛ فعند توافرِ الوقتِ الكافي، تسيطرُ طفرةٌ عشوائيةٌ، بصَرفِ النظرِ عن مدَى تَخَصُّصِها، مثل قدرةِ فيروس على إصابةِ حلقِ ضحيتِه بالشللِ. وإذا حسَّنَتْ هذه الطفرةُ من فرصةِ الفيروسِ في البقاءِ، فسوفَ تتناقَلُ. وفي حالةِ فيروسِ داءِ الكلبِ، كلُّ ما يحتاجُ إليه في كلِّ جيلٍ هو ضحيةٌ لِتَحمل المرَض، محافظًا بذلك على بقاءِ شعلته الخبيثةِ متقدةً.

إن فيروسَ داءِ الكلبِ مناورٌ بارعٌ، بدءًا من معرفتِهِ الخارقةِ للجوانبِ العصبيةِ لضحيتِهِ، وصولاً إلى نظامِ خطةِ هجومِهِ ودقَّتِها. إن طريقةَ غزوِهِ لضحيتِهِ وسيطرتِهِ عليها تستحضرُ في الأذهانِ صورةَ خطةِ حربٍ موضوعةٍ بدقةٍ على يدِ أحدِ أعظمِ القادةِ العسكريينَ في التاريخِ. إنَّ فيروسَ داءِ الكلبِ استراتيجيٌّ بارعٌ بلا شَكٍّ.

يقعُ الإنسانُ تحتَ رحمةِ قوًى غيرِ مرئيةٍ، وهي الفيروساتُ والميكروباتُ والهرموناتُ، بل الحمضُ النوويُّ الريبيُّ منزوعُ الأكسجين الخاصُّ بنا. تمسَّكَ أسلافُنا بالتفسيرِ الوحيدِ المتوافرِ لديهم للسلوكِ الشيطانيِّ المفاجئِ لكلبٍ محبوبٍ أو لطفلةٍ كانت طبيعيةً تمامًا حتى بلغتِ



يستخدِمُ فيروسُ الكلبِ، أو داءُ الكلبِ -الشبيهُ بالطلقةِ الناريةِ- أشواكًا بروتينيةً سُكريةً - وهي النتوءاتُ الورديةُ اللونِ الموضَّحةُ في هذا النموذجِ الحاسوبيِّ - لتتعلَّقَ بالخلايا، من أجلِ تخريبِ طبيعةِ الجسمِ المضيفِ سيئِ الحظِّ وتدميرِها.

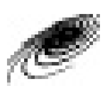
العشريناتِ من عمرِها، ثم بدأتْ فجأةً في التصرفِ بغرابةٍ تلبيةً لأوامرِ كائناتٍ لا يمكنُ لأحدٍ رؤيتُها سواها. فهل من سببٍ آخرَ ممكنٍ لحدوثِ ذلك سوى لعنةِ الشيطانِ**؟!**



الآنَ بعد أن بدأنا نفهمُ عملياتِ هذه الآلياتِ البيولوجيةِ التي كانت تخفَى علينا في السابقِ، هل يمكنُ أن نظلَّ متعلقينَ بأفكارِنا عن الشرّ؟ نعم، فالأفعالُ في حدِّ ذاتِها قد تكونُ شريرةً، لكن المدفوعينَ بقوًى غيرِ مرئيةٍ لارتكابِها قد يكونونَ في براءةِ الكلبِ المسكينِ بالقصةِ السابقةِ. ولا يَسَعُنا إلا أنْ نأمُلَ في فهمِ حقيقةِ ما يحدُثُ عندما نتوقَّف عن تفسيرِه اعتمادًا على **أهورامزدا** و**أنجرا ماينيو**، أو أيِّ نظراءَ لهما؛ لتفسيرِ حالِنا وحالِ عالَمِنا. بيدَ أنَّ قدرًا كبيرًا من الثقافةِ الشعبيةِ تُهيمنُ عليه تصوُّراتُ تشخيصاتِ الشرّ الماديةِ وتجسيداتُ الخيرِ الخارقةُ للطبيعةِ التي تنتصرُ غالبًا، بعد قضاءِ فترةٍ مناسبةٍ على أعتابِ الهزيمةِ والفشلِ.

إذا كنت كائنًا فضائيًّا أو عالمَ آثارٍ مِن المستقبلِ البعيدِ يحاولُ اكتسابَ رؤيةٍ متعمقةٍ عن حضارتِنا، فستجدُ أنَّ معدلَ التطورِ العلميّ والتكنولوجيّ في القرنِ الحادي والعشرينَ غيرُ مسبوقٍ. لقد امتدَّ البشرُ بحواسِّهم في المكانِ والزمانِ في جميعِ أنحاءِ الكونِ كما لم يَفْعَلُوا من قبلُ. وسَبَروا أغوارَ أكوانٍ نانويةٍ جديدةٍ لطالما كانتْ مخفيةً في أعماقِ خبايا المادةِ. وتعلَّمُوا خلقَ خبراتٍ واقعيةٍ متسقةٍ ثلاثيةِ الأبعادِ كانوا سيُحرَمون منها لولا ذلكَ. لكن هل استَخْدموا بالفعلِ هذه القوى المكتسَبةَ حديثًا لخوضِ رحلاتٍ لاستكشافِ العوالمِ التي كشَفَ عنها العلمُ أو لتعميقِ فهمِ عامةِ الناسِ للطبيعةِ؟ لا، ليس بالقدْرِ الكافي. ففي الغالبِ، استخدمَ البشرُ هذه القوى لتصنيعِ روبوتاتٍ عملاقةٍ لاستخدامِها في معاركَ للدمارِ الشاملِ تتسببُ في الموتِ، وهوما يُعَدُّ إعادةَ تمثيلٍ طقسيٍّ للصراعاتِ العنيفةِ بين **أهورامزدا** و**أنجرا ماينيو**، بما يستتبعها من تدميرٍ كاملٍ لمدنٍ وإزهاقِ أرواحٍ لا حصرَ لها، وهو الأمرُ الذي من الواضحِ أن اشتهاءَنا له غيرُ محدودٍ.

وفي أثناءِ ذلكَ كلِّه، كان البشرُ يُشَيِّدون الجناحَ السادسَ في «قاعاتِ الانقراضِ». وفي حالةٍ نادرةٍ من الوعي الذاتيِّ، أطلَقَ البشرُ أنفسُهم على هذا الرواقِ اسمَ الأنثروبوسين. وزادَ طولُ أروقتِهِ سريعًا بما تحتوي عليه من تجسيداتٍ للأنواعِ والبيئاتِ التي تعرَّضتْ للدمارِ، حتي أَفَقْنا وعُدْنا إلى رُشْدِنا، ولكنْ ما السببُ في ذلك؟

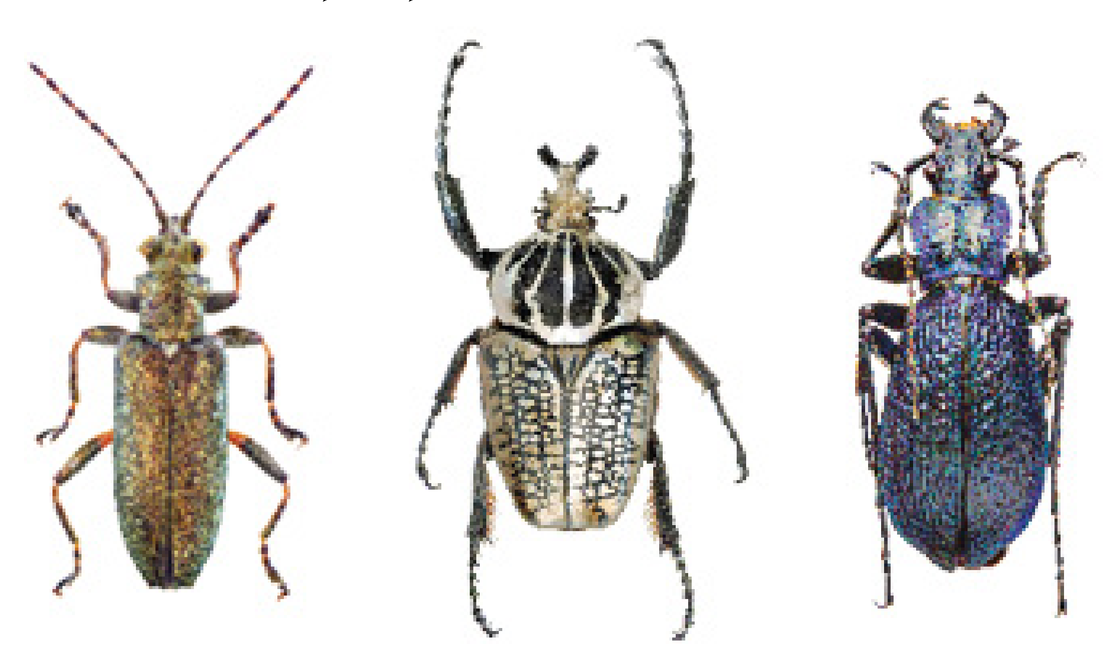


هل المكتوبُ في كلِّ خليةٍ من خلايانا، أيْ ما خَطَّتْه الحياةُ فينا على مدى أربعةِ مليارات سنةٍ، هو ما يسيطر علينا؟ هل الوجودُ مجردُ معركةٍ بين التعليماتِ الوراثيةِ لكائناتٍ متناحرةٍ، يؤدي فيها كلٌّ من البشرِ والنباتاتِ والحيواناتِ دورَ البيادقِ أو أكثرَ من ذلكَ بقليلٍ؟ هل كلُّ التاريخِ والحياةِ مجردُ إضافاتٍ إلى هذهِ المعركةِ؟ ألاَ يُمكن أبدًا أن يتجاوزَ التاريخُ والحياةُ كونَهما هذين؟ وهل الحمضُ النوويُّ ما هو إلا قدَرٌ؟ لا نزالُ نجاهدُ للإجابةِ عن جوانبِ هذا السؤالِ. فمعرفتُنا عن أنفسِنا والطبيعةِ الأوسعِ نطاقًا التي نحن جزءٌ منها بعيدةٌ كلَّ البعدِ عن الكمالِ.

لقد أدهشَتْني أنا و**كارل** قدرةُ مادةٍ كيميائيةٍ معينةٍ على التسببِ في طقسٍ معينٍ لدى أحدِ أشكالِ الحياةِ الأخرى. فأيُّ نحلةِ عسلٍ مُحْتَضَرةٍ تفرزُ مادةً كيميائيةً مُميزةً تُسمَّى حمضَ الأوليك. وتُنبِّه رائحةُ فرمون الموتِ النحلَ الآخرَ في الخليةِ إلى أنَّ النحلةَ التي تَصدرُ منها هذه الرائحةُ لا بدَّ من نقلِها إلى الخارجِ على يدِ حَمَلةِ النعوشِ. وقد أذْهَلنا أنَّ النحلةَ غيرَ المريضةِ أيضًا المكسوةَ بقدرٍ ضئيلٍ من حمضِ الأوليكِ تُنقَل من الخليةِ كجثةٍ، بصرفِ النظرِ عن قوةِ احتجاجاتِها. وهو ما ينطبِقُ أيضًا على ملكةِ النحلِ التي تلعبُ دورًا محوريًّا في الخليةِ.

أصابَتْنا هذه المعلومةُ بالصدمةِ؛ فما الذي تدلُّ عليه بشأنِ طقوسِنا البشريةِ؟ هل يفهَمُ النحلُ خطرَ العدوى الذي قد يمثِّله النحلُ الميتُ على الخليةِ؟ هل لدى النحلِ مفهومٌ عن الموتِ؟

على مدى عشراتِ الملايينِ من الأعوامِ التي مرَّتْ على خبراتِ النحلِ الجمعيةِ، لم تُفرِزْ نحلةٌ قطُّ حمضَ الأوليك إلا وهي تلفظُ أنفاسَهَا الأخيرةَ. ولم تَظهَرِ الحاجةُ إلى ردِّ فعلٍ دقيقٍ تجاهَ حمضِ الأوليك إلا في عُشرِ الثانيةِ الأخيرةِ في التقويمِ الكونيّ. فالسلوكُ الجنائزيُّ الفوريُّ في ردِّ فعلِ النحلِ تجاهَ نفحةٍ مِن حمضِ الأوليك يتناسَبُ على نحوٍ مثاليٍّ معَ احتياجاتِ النحلِ.

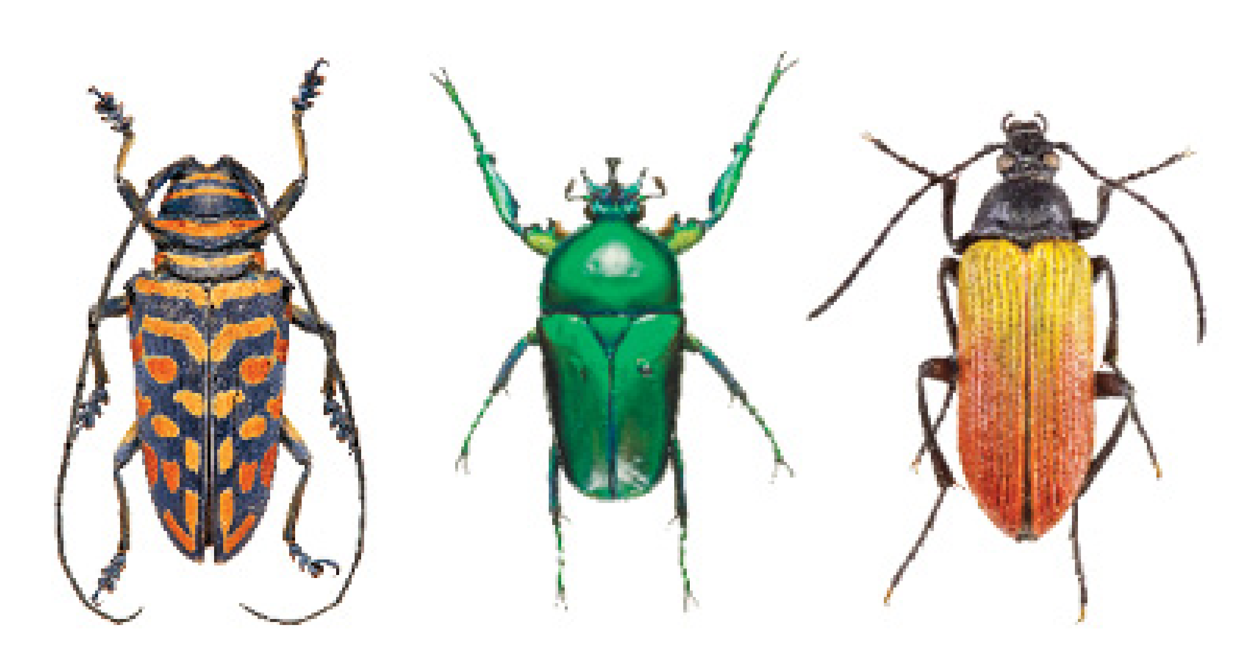


يُمكنُنا ملاحظةُ سلوكياتٍ مباشرةٍ مماثلةٍ، لا تخضَعُ لأيِّ أمرٍ تنفيذيٍّ مركزيٍّ واضحٍ لدى العديدِ مِن الحيواناتِ. فعندما تتدحرجُ بيضةٌ إلى خارجِ العُشِّ، تدفَعُها الإوزةُ الأمُّ إلى الداخلِ، وهو سلوكٌ ذو قيمةٍ واضحةٍ في الحفاظِ على جيناتِ الإوزِّ. وفي الواقعِ، غالبًا ما ستعيدُ الإوزةُ الأمُّ أيَّ شيءٍ يُشبِه البيضَ يُوضَع بالقربِ من عُشِّها. ويُثير هذا السلوكُ السؤالَ التاليَ في عقولِنا: هل تدرِكُ الإوزةُ ما تَفْعَلُهُ؟

ماذا عن العثِّ الذي يواصلُ الاصطدامَ بالنوافذِ بسببِ انجذابِهِ للضوءِ على الجانبِ الآخرِ منها؟ إنَّ الانجذابَ للضوءِ سلوكٌ فطريٌّ لدى العثِّ تَشكَّلَ على مدى ملايينِ السنينَ، ولم يَظهَرْ زجاجُ

النوافذِ الشفافُ إلا قبلَ نحوِ ألفِ عامٍ، لذا لم تتطورِ البرمجةُ الداخليةُ لدى العثِّ لترشدَه إلى كيفيةِ تجنُّبِ هذا الزجاجِ.

هل للخنافسِ عقلٌ؟ هل عصورُ التطورِ، التي تشكَّل فيها هذا العددُ الهائلُ من أنواعِ الخنافسِ المختلفةِ كصائغٍ بارعٍ، فَشِلتْ فشلاً ذريعًا في شحذِ قدراتِ الخنافسِ على اتخاذِ القرارِ وصقلِ وَعْيها ومشاعرِها؟ أم أنَّ الخنافسَ ليست سوى روبوتاتٍ نَزعت منها رقاقاتُ الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجين أيَّ قدرةٍ على الإبداعِ أو العَفويةِ أو الارتجالِ؟ وهل ينطبِقُ ذلكَ علينا أيضًا؟



ستةٌ من 350 ألفَ نوعٍ من الخنافسِ الموجودةِ في العالمِ توضحُ كيفَ أن الاصطفاءَ الطبيعيَّ فنانٌ منقطعُ النظيرِ. من اليسارِ إلى اليمينِ: الخنفساءُ الإفريقيةُ طويلةُ القرونِ (Sternotomis bohemani)، وخنفساءُ زهرة النبتونايدز (Neptunides Stanleyi)، وذكرُ الخنفساءِ السوداءِ (Proctenius Chamaeleon)، وخنفساءُ الخيزرانِ (Donacia vulgaris)، وخنفساءُ جالوت (Goliathus meleagris)، وخنفساءُ الأرضِ الزرقاءِ (Carabus (Intricatus

في كلٍّ مِن هذهِ الحالاتِ، يبدو أن تشفيرَ الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجينِ يُوجِّهُ تصرفاتِ الحيواناتِ. بعبارةٍ أخرى، ربما نتفِقُ على فرضيةِ أنَّ النحلَ والخنافسَ - بل الإوزَّ أيضًا - ماكيناتٌ بلا عقلٍ.

لكن ماذا عنا، نحن البشرَ؟

يُشبِه هذا التساؤلُ ما طرَأ على ذهنِ جنديٍّ فرنسيٍّ شابٍّ في ليلةٍ باردةٍ في نوفمبر عامَ 1619، حيثُ كان يقضِي الليلةَ في غرفةٍ مفرطةِ التدفئةِ في إحدى المدنِ في **بافاريا**. استعدَّ الجنديُّ للنومِ، وأطفأَ مِصباحَه، واستلقَى على السريرِ، لكنَّهُ لم يستطعِ النومَ؛ لقد أَسَرَتْه أفكارٌ أرَّقَتْه وأحكمتْ قبضتَها على عقلِه. وبعدَ مرورِ أعوامٍ، عند تذكُّرِه تلك اللحظاتِ، زعَم أن روحًا

مقدسةً زَارَتْه وكشَفتْ له عن طريقةٍ جديدةٍ للتفكيرِ. وعند إدراكِهِ الفكرةَ، التمَسَ طرقًا لمشاركتِها مع الآخرينَ.

كانَ ذلكَ الشابُّ هو **رينيه ديكارت**، وأشهرُ مقولاتِه هي «أنا أفكِّرُ، إذن أنا موجودٌ». صارتِ الفكرةُ التي راودتْ **ديكارت** في تلك الليلةِ السمةَ المميزةَ للحضارةِ الحديثةِ. لقد طُلِبَ منه - على حدِّ قولِه - التوحيدُ بين الفلسفةِ والعلمِ. فلمعرفةِ الحقيقةِ، ينبغي على المرءِ إخضاعُ أفكارِهِ لآليةِ العلومِ الدقيقةِ المصححةِ للأخطاءِ، مع السعي للتحققِ من صحةِ هذه الأفكارِ على نحوٍ يُمكِنُ التعبيرُ عنه رياضيًّا.

يكمُنُ في جوهرِ رؤيةِ **ديكارت** السمةُ المميزةُ للعالَمِ الحديثِ، ألا وهي الشكُّ. ولك أن تتصور كم كانتْ هذه الفكرةُ متطرفةً في مطلعِ القرنِ السابعَ عَشَرَ. فقد خَضَعَ **جاليليو** للمحاكمةِ لِتَوِّهِ وأُدين وسُجِن لملاحظتِهِ القابلةِ للتحققِ من صحتِها رياضيًّا بشأنِ دورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ! على مدى ألفِ عامٍ، سيطرتِ الكنيسةُ بنجاحٍ على الخطابِ العامِّ. ولم يكنْ مسموحًا بالنقاشِ حولَ الحقيقةِ الحرفيةِ للعهدَيْنِ القديمِ والحديثِ. ولم يكنِ الإيمانُ موضعَ تساؤلٍ؛ فلا مجالَ للشكِّ، لكنْ من منظورِ **ديكارت**، كانَ الشكُّ بدايةَ المعرفةِ.

لم يكنْ **ديكارت** ملحدًا، وأكدَ مرارًا وتكرارًا على وجودِ الخالق، وآمنَ بأنَّ البشرَ وحدَهم يَملِكون أرواحًا خالدةً. فعندما نظَرَ إلى النحلِ والعثِّ والخنافسِ، لم يَرَ سوى ماكيناتٍ صغيرةٍ. عاشَ **ديكارت** في عصرٍ كانت فيه الساعاتُ ابتكارًا مميزًا وأحدثَ ما توصلتْ إليه التكنولوجيا. ومن ثَمَّ، رأى **ديكارت** أنَّ الحشراتِ وغيرَها من المخلوقاتِ الأخرى بديعةُ الصنعِ كالساعاتِ، وتعمَلُ بكفاءةٍ مثلَها، لكنَّها بلا روحٍ وتعملُ بطريقةٍ آليةٍ.

بوسعِنا اليومَ استخدامُ مبدأِ الشكِّ الذي وَضَعه **ديكارت** ودَفَعه إلى ما هو أبعدُ مِن ذلك. فلنسألْ عمَّا إذا كانتِ الحيواناتُ الأخرى تفكِّرُ أم لا. هل تتخِذُ قراراتٍ؟ ما الذي كانتْ ستقولُه إن كانتْ تستطيعُ فعلَ ذلكَ؟ قد تُدحرِجُ الإوزةُ الأمُّ كرةً إلى داخلِ العُشِّ مع بيضِها، ولكن ما إن يَفْقِسُ

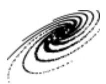
البيضُ عن أفراخِها، فإنها ترتبِطُ بها ارتباطًا فريدًا. فرائحةُ تلكَ الفراخِ المميزةُ، وصوتُها، وملامحُها، يُمكِنُ لخليطِ هذهِ الخصائصِ وحدَهُ أن يثيرَ غريزةَ الأمومةِ لديهَا. وما كانتْ لِتَخْلِطَ أبدًا بين أفراخِها وبينَ أيِّ جسمٍ غريبٍ، بل أيِّ أفراخِ أمٍّ أخرى. يا لَهُ مِن ذكاءٍ بديعٍ! لكنَّ البشرَ، الذين يُطلقون على أنفسِهم «الإنسانَ العاقلَ»، لا يُمكنُهم التمييزُ بين فرخين من أفراخِ الإوزِّ!

بالعودةِ إلى الخنافسِ، نجدُ أن ذلكَ الكائنَ الصغيرَ للغايةِ يملِكُ ذخيرةً هائلةً مِن القدراتِ. فتتمتعُ الخنافسُ بترسانةٍ كاملةٍ مِن القدراتِ الحسيةِ والتكاثريةِ؛ إذ بإمكانِها السيرُ والركضُ، بل حتى الطيرانُ. وتستجيبُ كذلك لبيئتِها؛ فإن تحركتَ نحوها، تجدْها ترفعُ نفسَهَا في الهواءِ أو تنطلقُ في الاتجاهِ المعاكسِ. وعلى الرغمِ من صغر حجمِها، فإنَّ لديها قدراتٍ داخليةً وأعضاءً متخصصةً للقيامِ بكلِّ هذه الأعمالِ.

يُصاب الكثيرُ من العلماءِ بالتوترِ عندَ بدءِ الحديثِ عن الوعيِ لدى الحشراتِ. وثمةَ سببٌ وجيهٌ لذلك. حيث ينزِعُ البشرُ إلى إسقاطِ خواصِّهم على الأنواعِ الأخرى، لكنَّ البعضَ ربما يفرطُ في فعلِ ذلكَ. ولديَّ شعورٌ غريبٌ يُحدِّثني بأن الحدَّ الفاصلَ بينَ البرمجةِ الآليةِ والوعيِ لدى الخنافسِ قد يكونُ أكثر تصدعًا مما نتصورُ. يُقررُ الخنفسُ ما يأكلُه، ومَا يفرُّ منه، ومَا يجدُه جذابًا جنسيًّا؛ ألا يعني ذلك أن بداخلِ دماغِه دقيقِ الحجمِ وعْيًا ما؟

تترتَّبُ على هذا السؤالِ آثارٌ هائلةٌ تفوقُ مصيرَ ذلكَ الخنفسِ الصغيرِ. فبعد تقديرِ مثلِ هذه الأمورِ بدقةٍ، إذا ظللنا نرَى أن الخنفساءَ شبيهةٌ بروبوت يُبَرْمِجُه حمضُها النوويُّ الريبي منزوعُ الأكسجينِ لأداءِ كلِّ وظيفةٍ من وظائِفِها المتعلقةِ بالحياةِ والموتِ، فكيف نتأكدُ من أنَّ هذا الحكمَ لا ينطبِقُ علينا نحن أيضًا؟ وإذا كان لدينا استعدادٌ لرؤيةِ أفعالِ الإنسانِ على أنها مدفوعةٌ بالحمضِ النوويِّ الريبي منزوع الأكسجين؛ أي أنها مبرمَجةٌ في طبيعتِنا، فكيفَ ينعكسُ هذا على فكرةِ الإرادةِ الحرةِ؟ كيف يُمكنُنا حتى التحدثُ عن الخيرِ والشرِّ؟ وهل نكونُ أفضلَ حالاً من الزرادشتيين الذين آمنوا بأن **أهورامزدا** و**أنجرا ماينيو** - هاتَين القوتَين اللتين لا سيطرةَ لهم

عليهما - يتحكمانِ في السلوكِ البشريِّ في السراءِ والضراءِ؟ هل من أَمَلٍ في أن نتمكَّنَ من اختيارِ أفعالِنا وتشكيلِ مصائرِنا، غير مدفوعينَ بخصائصِنا الوراثيةِ وإنما بمُثُلِنا العُلْيا؟



أعرِفُ قصةً تمنحُني الأملَ. إنها ملحمةُ حياةٍ تُجسدُ أقصَى درجاتِ تناقضِ السلوكِ البشريِّ. وبعدَ مرورِ زمنٍ طويلٍ عليها، من الصعبِ معرفةُ مقدارِ ما هو حقيقيٌّ منها، حيث تحيطُ الخرافاتُ بحياةِ بطلِ هذه القصةِ، وهو ما يُضفي عليها غموضًا، ويجعَلُ من الصعبِ التوصلَ إلى حقيقتِها. لا أعلمُ ما إذا كانت القصةُ حقيقةً أم لا، لكن أجيالاً حاولَتْ طمسَها من أجلِ محوِ حياةِ ذلكَ الرجلِ وكلِّ ما كَتَبه وشيَّدَه من صفحاتِ التاريخِ. وعلى الرغمِ من ذلك، لا يزالُ نورُ ذِكْراه مضيئًا. ومرةً أخرى، سواءٌ أكانت قصتُه تاريخًا أم خرافةً، فإنَّ الأحلامَ خرائطُ نهتدي بها.

بعد عصرِ **زرادشت** بنحوِ مائتَيْ عامٍ، أي في القرنِ الرابعِ قبلَ الميلادِ، ظَهَر شابٌّ في مكانٍ منعزلٍ يُسمَّى مقدونيا وأقامَ في أقلَّ من عشرِ سنواتٍ إمبراطوريةً ترامت أطرافُها من البحرِ الأدرياتيكي وصولاً إلى ما وراءَ نهرِ السند في الهندِ. وفي أثناءِ تحقيقِ ذلك الإنجازِ، أطاحَ **الإسكندرُ الأكبرُ** بجيشِ الفرسِ الذي بدا أنه لا يُقهَرُ، وقد جعلَه نصرُه على الإمبراطوريةِ الأخمينيةِ (الفارسية) التي كانتْ أكبرَ إمبراطوريةٍ عرفَها العالمُ على الإطلاقِ، متعطشًا لفتحِ المزيدِ مِن العوالمِ. فأرادَ الاستيلاءَ على الهندِ أيضًا.

لكنْ بعدَ اغتنامِ جزءٍ مِن الجانبِ الشماليِّ الغربيِّ للهندِ المعروفِ الآن بباكستان، ثارَ رجالُ **الإسكندرِ** عليه في عامِ 324 قبلَ الميلادِ. فاشتهاؤُهم للإمبراطوريةِ لم يُضَاهِ اشتهاءَ **الإسكندرِ**، فضلاً عن حنينِهم لوطنِهم، فحَزَمُوا أغراضَهم وترَكوه. وفي أعقابِ مغادرتِهم، قرَّر محاربٌ هندوسيٌّ يُدعَى **تشاندراجبت موريا** أن يُجَرِّبَ تشييدَ إمبراطوريةٍ خاصةٍ به. وفي غضونِ ثلاثِ

سنواتٍ فقط كان قد أسَّس الإمبراطوريةَ الماوريةَ التي اتسَعَت لتضمَّ معظمَ الجزءِ الأعلى الأوسعِ نطاقًا من الهندِ وهو ما يُعرَف الآنَ بباكستان.

فكَّر **سلوقس الأولُ نيكاتور**، الذي كان أحدَ أفرادِ حاشيةِ **الإسكندرِ**، أنه قد ينجحُ فيما فَشِل فيه قائدُهُ الراحلُ. فعَبَر مع جيشِهِ نهرَ السندِ لمهاجمةِ قواتِ **تشاندراجبت موريا**، لكنَّ حملةَ **سلوقس** الهنديةَ باءت بفشلٍ ذريعٍ. ولم يستغرقْ وقتًا طويلاً ليدرِكَ أن زيجةً تُحقِّقُ تحالفًا بين أسرةِ **تشاندراجبت موريا** وأسرتِه كانت حلاًّ أكثرَ حكمةً بكثيرٍ. ودامت هذه العلاقةُ لأجيالٍ، ووَطَّدَتْها هدايا حملتْها مئاتُ الفيلةِ كقناةِ تواصلٍ مفتوحةٍ بين الهندِ واليونانِ.

أثبت **تشاندراجبت موريا** أنَّه إداريٌّ بارعٌ؛ إذ أسَّسَ بنيةً تحتيةً تَضَمَّنَتْ شبكاتٍ واسعةَ النطاقِ للريِّ والطرقِ الحديثةِ المدعمةِ بالمعادنِ لتدومَ وتوحِّدَ إمبراطوريتَهُ في التجارةِ والحربِ. وخَلَفَ **تشاندراجبت موريا** ابنُهُ **بندوسارا** الذي يبدو أنَّ حياتَهُ لم يُمَيِّزها سوى ربطِها بين ملكَيْنِ استثنائِيَّيْنِ.

تَزعُمُ بعضُ الرواياتِ أنَّ **أسوكا**، ابن **بندوسارا**، الذي وُلِد عامَ 304 قبلَ الميلادِ تقريبًا، كان مشوهًا بسببِ مرضٍ أُصِيبَ به في طفولتِه. ومِن ثَمَّ، كانتْ بشرتُهُ قاسيةً ومجدورةً. وقيلَ إنَّ ذلك نفَّر **بندوسارا** في ابنِه الصغيرِ فأقصاه من بلاطِه. وربما نُسِجتْ هذه القصةُ لتقديمِ تفسيرٍ نفسيٍّ منطقيٍّ للجرائمِ الوحشيةِ التي سيرتكبُها **أسوكا** لاحقًا.

بينما كان **بندوسارا** يُحتضَرُ، بدأ صراعٌ على العرشِ بين أبنائِهِ من زيجاته المتعددةِ. ويتَّهِمُ التاريخُ **أسوكا** بقتلِ ما بين واحدٍ إلى 99 من إخوتِهِ لاعتلاءِ العرشِ. حتى لو أعطينا **أسوكا** مزيةَ الشكِّ هنا، وافتَرَضنا أنه مُذنبٌ بقتلِ أخٍ واحدٍ فقطْ، فيُقالُ إنَّ هذه الجريمةَ قد ارتُكِبت بأقصى درجاتِ القسوةِ؛ إذ ألقَى **أسوكا** أخاه في حفرةِ نارٍ مستعرةٍ.

صارت هذه الفكرة جزءًا من الطابعِ المميزِ للإمبراطورِ **أسوكا**، فآمن أنَّ إبادةَ أعداءِ المرءِ ليست كافيةً إذا لم تُصاحِبْ هذه الإبادةَ معاناةٌ من فظائعَ لا يُمكن تخيُّلها. ويبدأُ هذا الأمرُ

بأسطورةِ دخولِ **أسوكا** مندفعًا إلى الغرفةِ التي كان يُحتضر فيها أبوه. بعدَ علمِه أن وصيةَ **بندوسارا** ذَكَرت خليفةً آخرَ له كان على الأرجحِ الابنَ الذي خَدَعه **أسوكا** ليقتلَهُ حرقًا. وقَفَ **أسوكا** الابنُ الْمَكْروه، مرتديًا أفخرَ الملابسِ التي لم يكنْ من حقِّ أحدٍ ارتداؤُها سوى الإمبراطورِ، أمامَ أبيهِ الْمُحتضَر وقال له بازدراءٍ: «أنا خليفتُكَ الآنَ!».

ووفقًا لبعضِ الرواياتِ، يُقالُ إن **بندوسارا** استشاطَ غضبًا في تلكَ اللحظةِ وسقَط على وسادتِه ميتًا. ويمكنُ تخيّل **أسوكا** وهو يبتسِمُ سعيدًا لجعلِ لحظاتِ والدِهِ الأخيرةِ تعيسةً إلى أقصَى حدٍّ ممكنٍ. هذا هو الإمبراطورُ الشابُّ عديمُ الرحمةِ الذي تَتَّفِقُ عليه كلُّ الأساطيرِ، بل التاريخُ أيضًا.

بعدَ بضعةِ أعوامٍ، لم يَنْجُ أحدٌ مِن المطالبينَ الآخرينَ بالعرشِ. والغريبُ أن غضَبَ **أسوكا** تحوَّل آنذاكَ إلى أشجارِ الفواكهِ الوارفةِ العديدةِ التي كانت تُحيطُ بقصرِه، فأصدرَ قرارًا بقطعِها كلِّها. وعندما اعترضَ وزراؤُه على أمرِهِ، وأشاروا عليه بإمعانِ التفكيرِ فيه، أُصيبَ **أسوكا** بإحدى نوباتِ غضبِهِ التي صار شهيرًا بها، وصاحَ في وجهِ وزرائِهِ الذين ارتدُّوا مرتعبينَ: «لديَّ فكرةٌ،



تمثال بوذي لأسوكا يصوِّره بعد اعتناقِه للبوذيةِ، ويبدو تأثُّر إيماءاتِه وملابسِه بإيماءاتِ بوذا وملابسِهِ. لم تنجُ أي من تماثيل

فلْنقطعْ رءوسَكُم بدلاً من الأشجارِ!». فجرَّ حراسٌ مُسلحون الوزراءَ بعيدًا لضربِ أعناقِهم، ولم تكنْ تلك سوى البدايةِ فحسبُ **لأسوكا**.

شُيِّدَ **لأسوكا** قصرٌ أكثرُ فخامةً من ذلك الذي كانت تُحيطُ به الأشجارُ، واحتَوَى ذلك القصرُ على خمسةِ أجنحةٍ ضخمةٍ. وعندَ الانتهاء من بنائِهِ، أُرسلت دعواتٌ أنيقةٌ إلى أبرزِ المواطنينَ في إمبراطوريةِ **أسوكا** لحضورِ حفلِ افتتاحِه. وقتَها شَمِلت إمبراطوريةُ **أسوكا** معظمَ شبهِ القارةِ الهنديةِ، فيما عدا الطرفَ الموجودَ في أقصَى الجنوبِ وجزأين صغيرَيْن على الساحلِ الشرقيِّ.

ويمكنُنا تخيلُ البهجةِ والشعورِ بالأهميةِ لدى الْمَدْعُوِّين لنيلِهم شرفَ أولِ مَن يرَى القصرَ من الداخلِ ومدَى انبهارِهم بفخامةِ القصرِ الجديدِ.

في الردهةِ المركزيةِ الكبيرة للقصرِ، اصطحب كلَّ مسئولٍ مضيفٌ إلى أحدِ الأروقةِ الخمسةِ المحيطةِ بالردهةِ. وعندما لم يُصبحْ هناك أيُّ أملٍ في الهروبِ، عَلِم الضيوفُ أنَّ كلَّ جناحٍ كان مخصصًا لأحدِ أكثرِ طرقِ الموتِ بشاعةً من وجهةِ نظرِ **أسوكا**. وبمرورِ الوقتِ، انتشر الخبرُ، وصار القصرُ يُعرَفُ بجحيمِ **أسوكا**. وبهذهِ الطريقةِ، قضَى **أسوكا** على أيِّ خصومٍ محتمِلِين له وتَرَكَ انطباعًا لا يُمكنُ مَحْوُهُ في المخيلةِ الشعبيةِ؛ فلم تَعرفْ وحشيتُه حدودًا.

لكن بصورةٍ ما، لم تَصِلْ أخبارُ أهوالِ **أسوكا** إلى شعبِ **كالينجا**، تلك المنطقةُ المزدهرةُ على الساحلِ الشماليِّ الشرقيِّ للهندِ التي لا ملكَ لها. عُرِفت **كالينجا** بأنها مركزٌ ثقافيٌّ مفتوحٌ، ربما كانتْ أقربَ صورةٍ للمجتمعِ الديمقراطيِّ آنذاك. وكان لها ميناؤُها الخاصُّ بها الذي تتاجرُ من خلالِهِ بِحُرِّية، ولم تكنْ بحاجةٍ إلى نِيرِ إمبراطوريةٍ يحكمُها شخصٌ ساديٌّ.

كانتْ **كالينجا** قد تمكنتْ من تجنبِ الوقوعِ في أغلالِ إمبراطوريةِ **أسوكا** لفترةٍ مِن الوقتِ. وبعدَ ثمانيةِ أعوامٍ مِن اعتلاءِ **أسوكا** الحكمَ، قرَّرَ مهاجمةَ **كالينجا** التي عَلِم شعبُها أنه لا يمكنُ عقدُ

سلامٍ مع مثلِ ذلك الرجلِ المجنونِ. إن المقاومةَ الباسلةَ التي وَاجَهَها **أسوكا** في **كالينجا** دَفَعَتْه إلى ارتكابِ أكثرِ فظائِعِه بشاعةً.

حاصرَ **أسوكا** وجيشُه **كالينجا** لمدةِ عامٍ قبلَ أن يخترِقوا متاريسَها ويعصِفُوا بالمدينةِ التي عانت الجوعَ والضعفَ. أوقدَ رجالُ **أسوكا** النارَ في المنازلِ، وتَبِع ذلك معاركُ وحشيةٌ بالأيدي. وذَبَحوا مَن لا حولَ لهم ولا قوة، مرتكبينَ كلَّ صورِ الأفعالِ الهمجيةِ. وعندَ انتهاءِ الأمرِ، كان قد قُضِيَ على نحوِ مائةِ ألفِ مواطنٍ وجنديٍّ. وتم ترحيلُ نحوِ 150 ألفًا من أهالي **كالينجا** الثوارِ، ليتشتتوا حتى يتخلصَ **أسوكا** من جماعةٍ مستقلةِ التفكيرِ مُركَّزةٍ في مكانٍ واحدٍ.

حانت بعد ذلكَ مكافأةُ **أسوكا**، فتجولَ بتمهلٍ في أنحاءِ أرضِ المعركةِ المليئةِ بالقتلى، لدرجةِ أنَّه صَعُب عليه وعلى جنودِهِ إيجادُ مكانٍ ليَخْطُوا فيه. كان الموتُ في كلِّ مكانٍ تَقَعُ عليه العينُ. واستمتع **أسوكا** بنصرِهِ بين الجثثِ.

من بعيد، تجرَّأَ شخصٌ يرتدي أسمالاً باليةً على السيرِ نحو المنتصرينَ. عندما رآه القادةُ توتروا ووضعوا أيديهم على سيوفِهم. ومع تقدُّم الغريبِ نحوَهم، تمكَّنوا من رؤيةِ أنه يحمِلُ شيئًا ما صغيرًا بين ذراعَيه. بدا الرجلُ رابطَ الجأشِ على نحوٍ غريبٍ، ولم يكنْ خائفًا على الإطلاقِ من الطاغيةِ الوحشيِّ. تأهَّبَ الحراسُ لقتلِ الرجلِ، لكن **أسوكا** أمرَهم بالتراجعِ. فقد أثارتْ شجاعةُ الرجلِ فُضُولَه، وافترَض أنه ما من شيءٍ يخشاه من ذلك المتسولِ الهزيلِ. وعندَما اقتربَ المتسولُ مِن **أسوكا**، قدَّم للإمبراطورِ ما كان بين ذراعَيْه؛ جسدُ طفلٍ رضيعٍ فارقَ الحياةَ، أحدُ ضحايا نصرِ **أسوكا**. رفَع المتسولُ الرضيعَ الميتَ لكي يراه **أسوكا** عن كَثَب. ونظَرَ إلى القاتلِ في عَيْنَيه ونَطَق بهذه الكلماتِ: «أيها الملكُ القاهرُ، يا مَن تَمْلِكُ من القوةِ ما يُمكِّنُك من إزهاقِ مئاتِ الآلافِ مِن الأرواحِ كما تشاءُ. أرني مدَى قوتِكَ الحقيقيةِ وأعِدِ الحياةَ لشخصٍ واحدٍ فَقَط، هذا الطفلُ الميتُ». نَظَر **أسوكا** إلى الجثةِ الصغيرةِ، فتحوَّلَت كلُّ فرحتِهِ بالنصرِ إلى شيءٍ مختلِفٍ تمامًا. القوةُ الْمُسْكِرة التي كانت أشبهَ بالدواءِ له تحوَّلَت إلى شيءٍ آخرَ.

مَن كان ذلك المتسولُ الشجاعُ الذي تجرَّأَ على مواجهةِ **أسوكا** بجرائمِهِ؟ لا نعرفُ هويتَهُ بالتحديدِ، لكنَّنا نعلمُ أنه كانَ أحدَ تلاميذِ **بوذا**، الذي عاش قبلَ نحوِ مائتَيْ عامٍ من ذلك الوقتِ، و دعا إلى نبذِ العنفِ، وإلى الوعيِ، والتعاطفِ. وتخلَّى أتباعُهُ عن الثروةِ لِيَهِيموا في الأرضِ ناشرينَ تعاليمَهُ بالقدوةِ الحسنةِ. آنذاك لم يكنْ **بوذا** فيلسوفًا مشهورًا، ويُعتقَد أنَّ ذلك الناسك الذي ظَهَر في أرضِ المعركةِ كان واحدًا مِن أولئكَ الأتباعِ. وبشجاعتِهِ وحكمتِهِ، عَثَر على قلبٍ في رجلٍ لا قلبَ له.



للتعبيرِ عن أفكارِهِ الثوريةِ في جميعِ أنحاءِ إمبراطوريتِهِ مترامية الأطرافِ، أمر أسوكا بنقشِ تعاليمِهِ على صخورٍ وأعمدةٍ. واكتُشِف نحوُ 150 منها، بما في ذلكَ هذه القطعةُ الحجرية التي تَعْرِضُ مرسومًا منقوشًا بالخطِّ البراهمي، وهو نظامُ كتابةٍ هنديٌّ قديمٌ ذو تأثيرٍ كبيرٍ.

اختفَتْ من وجْهِ **أسوكا** زهوةُ النصرِ المتعجرفةُ، وأدارَ بصرَه في الميدانِ المليءِ بالقتلى، فامتلأَ صدرُهُ بالاشمئزازِ وتأنيبِ الضميرِ. بعدها أقام **أسوكا** عمودًا من بينِ أعمدةٍ عدةٍ في موقعِ جريمتِهِ النكراءِ. وعلا العمودَ أربعةُ أُسودٍ تُواجه الاتجاهاتِ الأربعةَ، ونُقِش عليه بالخطِّ

البراهمي. أحدُ أوائلِ مراسيمِ **أسوكا**: «كلُّهم أبنائي. أتمنى لأبنائي الرفاهيةَ والسعادةَ، بل أتمناهما للجميعِ».

وفي مرسومِ **أسوكا** الثالثَ عشَرَ، كتَب عن الطعنةِ التي أصابَتْ ضميرَه: «بعدَ ضمِّ **كالينجا** مباشرةً، بدأتْ حمايةُ جلالتِهِ لقانونِ الورعِ بإخلاصٍ، وحبُّه لذلكَ القانونِ، وغرسُه في النفوسِ. وشعَرَ جلالتُهُ بتأنيبِ الضميرِ لهزيمتِه شعبَ **كالينجا**؛ فاحتلالُه بلدًا لم يُحتَلَّ من قبلُ تطلَّب ذبحًا وقتلاً وأسرًا لشعبِه. وهذا الأمرُ تسبَّبَ في أسًى وندمٍ عَمِيقَيْن لدى جلالتِهِ».



لكنَّ ما حدَث له مِن تغييرٍ لم يقتصِرْ على ندمِه فحسْبُ علَى جرائمِه العديدةِ البشعةِ، بل أظَهر للعالمِ قائدًا مِن نوعٍ آخرَ، قائدًا لم يسبِقْ أن شَهِدَهُ العالمُ.

وقَّعَ **أسوكا** معاهداتِ سلامٍ مع الدولِ الصغيرةِ المجاورةِ التي كانَتْ ترتعِدُ في السابقِ لمجردِ ذكرِ اسمِهِ. وظلَّ يحكمُ الهندَ لمدةِ 30 عامًا أخرى، واستغلَّ ذلك الوقتَ في بناءِ المدارسِ والجامعاتِ والمستشفياتِ، ودورِ الإيواءِ. وأدخلَ تعليمَ النساءِ لأولِ مرةٍ في بلادِهِ، كما لم يَرَ سببًا يحولُ دونَ تنصيبِهِنَّ كاهناتٍ. وأسَّسَ نظامَ رعايةٍ صحيةٍ مجانيًّا للجميعِ، وحرَصَ على توفيرِ الأدويةِ المتاحةِ في عصرِهِ لكلِّ الشعبِ. كذلك أمرَ بحفرِ الآبارِ لتوصيلِ المياهِ للقرى والمدنِ، وزرَعَ الأشجارَ وأقامَ مآويَ على جانِبَيِ الطرقِ في الهندِ؛ كي يَشعُرَ المسافرُ دائمًا بالترحيبِ، وتُرحم الحيواناتُ بالاستراحةِ في الظلِّ. وأصدَر قرارًا باحترامِ كلِّ العقائدِ على السواءِ، وأمَرَ بمراجعةٍ قضائيةٍ لمَن سُجِنوا ظلمًا أو عُومِلوا بقسوةٍ، وألغَى عقوبةَ الإعدامِ.

امتدَّ تعاطفُ **أسوكا** ليتجاوزَ بني جنسِهِ، ويشمَلَ كلَّ الكائناتِ الحيةِ. فحَظَرَ طقوسَ تقديمِ القرابينِ من الحيواناتِ، والصيدَ بغرضِ الرياضةِ. وأقام مستشفياتٍ بيطريةً في جميعِ أنحاءِ

الهندِ، ونَصَحَ مواطنيه بالرفقِ بالحيواناتِ. لم يكنْ **أسوكا** ينتهِكُ بهذه الأفعالِ قوانينَ اصطفاءِ القرابةِ، وهي استراتيجيةٌ تطوريةٌ تَنُصُّ على أن البشرَ يَهتمون -أكثرَ من أيِّ شيءٍ آخرَ- ببقاءِ مَن يتشاركون معنا في أكبرِ عددٍ من جيناتِنا؛ فالأمر أنَّ تعريفَ **أسوكا** لأقاربِهِ امتدَّ ليشملَ الجميعَ.

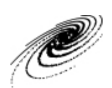
كان لدى **أسوكا** فكرةٌ أخرى سَبَقَت زمنَهُ بآلافِ السنينَ. فقد رأى أنَّ ابنَ الملك ليس بالضرورةِ أن يكونَ ملكًا بدورِهِ، ،واقتنع بأنَّ الأمةَ يَجِبُ أن يحكمَها أكثرُ شخصٍ مستنيرٍ فيها، وليسَ وريثَ العرشِ.



اعتاد أسوكا وضْعَ أربعة أسود على قمةِ الأعمدةِ التي تعرِضُ مراسيمَهُ، بحيث تَقِفُ فوقَ عجلةٍ تحتوي على 24 شعاعًا، وهو رمز للبوذيةِ اختِير لاحقًا ليوضَعَ في منتصفِ عَلَمِ دولةِ الهندِ المستقلةِ.

المدخلُ الأنيقُ لكهفِ لوماس ريشي، أحدِ الكهوفِ المقدَّسةِ الأربعةِ المنحُوتةِ في تلالِ الجرانيتِ الموجودةِ في شَمالِ شرقِ الهندِ. يؤدِّي هذا المدخلُ إلى الجزءِ الداخليِّ من الكهفِ الذي يخلو من الزخارفِ وتترددُ فيه الأصواتُ على نحوٍ مميزٍ. زاره أسوكا في القرنِ الثالثِ قبلَ الميلادِ.

لا يعني ذلكَ أنَّ **أسوكا** لم يفعَلْ بعدَ ذلكَ أيَّ شيءٍ عنيفٍ أو قاسٍ في حياتِهِ؛ فتشيرُ رواياتٌ إلى أنَّ نوباتٍ من الغضبِ مماثلةً لتلكَ التي كانتْ تُصيبُه في شبابِهِ ربما عاودَتْه في نهايةِ حكمِه الذي امتدَّ 36 عامًا، وهو ما أسفرَ عن مقتلِ الكثيرينَ وتشويهِهِم. لكنَّ الأدلةَ تُشير إلى استمرارِ أعمالِه الرياديةِ في الحكمِ المستنيرِ.



بعد وفاةِ **أسوكا** وهو طاعن في السنِّ، لم تَدُمِ السلالةُ الماوريةُ الحاكمةُ سوى 50 عامًا فقط. وتدمرتِ المعابدُ والقصورُ التي شُيدت في عهدِ **أسوكا** -ومعظمُ الأعمدةِ التي أقامَها في جميع أنحاءِ الهندِ- على يدِ أجيالٍ مِن المتعصِّبينَ دينيًّا من الذين أغضبَهُم بشدةٍ ما اعتَبروه إلحادًا من جانبِ **أسوكا**. ففي نظرِهم، يتطلبُ التدينُ الحفاظ إلى أقصَى درجةٍ من التسلسلِ الهرميِّ للسيادةِ. لكن بالرغمِ من بذلِ مُعارضي **أسوكا** أقصَى جهودِهم لمحوِ سيرتِه، فإن إرثَه لا يزالُ قائمًا بفضلِ إعادةِ اكتشافِ مراسيمِه في القرنَيْنِ الثامنَ عَشَرَ والتاسعَ عَشَرَ. وعندَما تأسَّسَتْ دولةُ الهندِ الحديثةُ في القرنِ العشرين، اتخذتْ من أسودِ **أسوكا** شعارًا لها.

يُنسَبُ إلى **أسوكا** الفضلُ في جعلِ البوذيةِ إحدى أكثرِ الفلسفاتِ العقائديةِ تأثيرًا في العالم. فقبلَ بضعِ مئاتِ الأعوامِ من ميلادِ المسيحِ، نُقِشَتْ مراسيمُ **أسوكا** على الأحجارِ بلغةِ المسيحِ، وهي اللغةُ الآراميةُ، ولغاتٍ أخرى. وكانتْ هذه الأحجارُ بمثابةِ **حجرِ رشيدٍ** في تعليمِ التعاطفِ والرحمةِ والتواضعِ وحبِّ السلامِ. ونحن نعلمُ أنَّ أتباعَه قد سافروا إلى الإسكندريةِ ومدنٍ أخرى في الشرقِ الأوسطِ، محقِّقين بذلكَ تأثيرًا أكبرَ لمعلمِهم.

يُعَدُّ كهفُ **لوماس ريشي**، الذي يقعُ في تلالِ بارابار بالهندِ، أحدَ معابدِ **أسوكا** القليلةِ التي لا تزالُ قائمةً. وهذا المعبدُ، باستثناءِ بضعِ كتاباتٍ بسيطةٍ، مجرَّدٌ من أيِّ زخارفَ على نحوٍ صادمٍ من الداخلِ. لكنَّ له سمةً واحدةً مميزةً، وهي الصَّدَى الرنانُ الذي يدومُ طويلاً فيه. فترتدُّ موجاتُ الصوتِ من جدرانِ الكهفِ المصقولةِ بدرجةٍ عاليةٍ، وتزدادُ خفوتًا شيئًا فشيئًا حتى تمتصَّها أسطحُ الكهفِ بالكاملِ، ولا يتبقَّى أيُّ صوتٍ على الإطلاقِ. لا شيءَ سوى الصمتِ.

لكنَّ حلمَ **أسوكا** يبدو مختلفًا في نَظَري؛ فصداهُ يزدادُ علوًّا وعلوًّا بمرورِ الوقتِ.



يتَّخِذُ غموضُ البحرِ شكلاً في لوحةِ «الذاكرة» للفنانِ الأمريكي إليهو فيدر التي تعودُ إلى عامِ 1870

| الفصلُ الثالثُ |

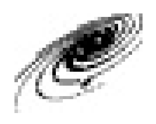
مدينـةُ الحياةِ المفقودةُ

يقبع في هذا البحر لغز عجيب وجميل لا يدركه أحد، وقد بدت أمواجه الهائجة وكأنها تتحدث عن روح خبيثة تسكن أعماقه ... فوق هذه المروج البحرية والبراري المائية مترامية الأطراف وقبور الفقراء في القارات الأربع، تعلو أمواج هذا البحر وتهبط في مد وجزر لا يعرف الكلل. ملايين الظلال والأخيلة المتداخلة والأحلام الغارقة، والسائرين نيامًا، وأحلام اليقظة، كل ما ندعوه حيوات وأرواحًا، تغرق جميعها في أحلامها في هدوء، وتتقلب كالنيام في أسرّتهم بفعل الأمواج المتقلبة للأبد.

- هرمان ملفيل، «موبي ديك»



عن طريقِ جمعِ البياناتِ من ثلاثةِ تليسكوباتٍ، تَوَصَّلَ علماءُ الفلكِ إلى «NGC 602»، وهو تجمُّعٌ نجميٌّ فَتيٌّ يبعُدُ نحوَ 200 ألفِ سنةٍ ضوئيةٍ في سحابةِ ماجلان الصغرى، وهي مجرةٌ قَزمةٌ تدورُ حولَ مجرتِنا دربِ التبَّانة. ونظرًا لأنَّ منطقةَ هذهِ المجرةِ القَزمةَ تحتوي على عددٍ أقلَّ مِن المعادنِ وقدرٍ أقلَّ مِن الغازِ والغبارِ والنجومِ، فقد تمثِّلُ نموذجًا لميلادِ نجمٍ في بدايةِ عمرِ الكونِ.



عندما كانتْ مجرتُنا درب التبانةِ فَتِيَّةً لا يتجاوزُ عمرُها بضعةَ ملياراتٍ مِن الأعوامِ، كانتْ أكثرَ خصوبةً مما هي عليه اليومَ. فآنذاك، قبلَ نحوِ سبعةِ ملياراتِ سنةٍ، تمخَّضَتِ المجرةُ عن عددٍ من النجومِ يتجاوزُ ما تُنْتِجُه الآنَ بثلاثينَ مرةً. كان الأمرُ أشبهَ بعاصفةٍ عاتيةٍ مِن تكوُّنِ النجومِ.

أما نجمُنا، الشمسُ، فتكوَّنَ في سنواتٍ لاحقةٍ من عمرِ المجرةِ، وربما كانَ ذلكَ أحدَ أسبابِ وجودِنا. فبعدَ موتِ النجومِ الأقدمِ والأكثرِ ضخامةً، توافرَ الوقتُ اللازمُ -خمسةُ ملياراتِ سنةٍ أُخرى- لهذه النجومِ الميتةِ لِتَهَبَنا أثقلَ عناصرِها. فأَثْرَتْ هذه العناصرُ عملية تكوُّنِ الكواكبِ والأقمارِ في مجموعتِنا الشمسيةِ ودَعمَتْها. ونحن أنفسنا مكوَّنونَ من تلكَ الموادِّ القادمةِ من النجومِ.

أحاطتْ سحبٌ ورديةُ اللونِ من غازِ الهيدروجين بالنجومِ الوليدةِ. وغيَّرها تأثيرُ الجاذبيةِ، فانضمتْ عناقيدُ زرقاءُ برَّاقةٌ مِن النجومِ الأقدمِ بعضَ الشيءِ وتجميعاتٌ عديمةُ الشكلِ من الغازِ والغبارِ إلى السحبِ الورديةِ لتتكونَ المجرةُ التي ندعوها موطِنَنا الآنَ.

وهكذا يتكونُ الكونُ من المجراتِ، وتضمُّ المجراتُ النجومَ.

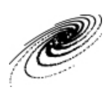
وحينما يُصبح أحدُ هذه النجومِ مُستعرًا أعظم، يرسلُ موجاتٍ صداميةً من المادةِ تُشتِّتُ سحابةَ الغازِ والغبارِ. ويبدأُ هذا السديمُ في التكثُّفِ والدورانِ، ويتسطَّحُ سريعًا ليصبحَ قرصًا. ويسطعُ البروزُ الموجودُ في مركزِهِ فجأةً متحولاً إلى الضوءِ الساطعِ لمفاعلٍ اندماجيٍّ، وهكذا نشأتْ شمسُنا إلى الوجودِ.

تبدأُ نفثاتٌ خضراءُ متألقةٌ في الاندفاعِ خارجَ شمسِنا لتنهمِرَ على القرصِ المحيطِ بها كبريقٍ زمرديِّ اللونِ. وتَهَبُ شمسُنا العوالمَ المحيطةَ بها معادنَ ثمينةً، كالماسِ المتلألئِ والأوليفين الذي يلعبُ دورًا محوريًّا في قصةِ البشريةِ.

يستمرُّ القرصُ في الدورانِ ويتحوَّلُ إلى حلقاتٍ متحدةِ المركزِ. وتبدأُ إحدى الحلقاتِ في التكتلِ، فيأخذُ حجمُها في التزايدِ شيئًا فشيئًا، حتى تصبحَ عالَمًا كرويًّا، وهو المشترِي، أولُ كوكب يتكوَّنُ من كواكبِ المجموعةِ الشمسيةِ.

وهكذا تصنعُ النجومُ الكواكبَ والأقمارَ والمذنباتِ.

تبدأُ الآنَ عوالمُ أخرى في التكتلِ والاصطدامِ، كما لو كانتْ في مسابقةِ تدميرٍ، من الغازِ والغبارِ المتكتلِ. تتكوَّنُ الكواكبُ، وتتصادمُ مع الحطامِ في طريقِها، وتتضخَّمُ لتصبِحَ عوالمَ أكبرَ، وتنظِّفُ مداراتِها حولَ الشمسِ. وتمتلئُ هذه الكواكبُ والأقمارُ المستقبليةُ بالجزيئاتِ العضويةِ، وهي اللبنات الكيمائية للحياة. وتُعَدُّ هذه الجزيئاتُ ما وَرِثَته الكواكبُ والأقمارُ بعدَ موتِ النجومِ الأخرى.



هلْ تتكونُ الحياةُ في الكونِ مثلما تتكونُ النجومُ والعوالمُ؟ فَلْنَغُصْ معًا كطوربيدٍ إلى أعماقٍ سحيقةٍ في الماضي؛ حتى نَصِلَ إلى المياهِ القانيةِ الغنيةِ بالحديدِ في قاعِ البحارِ.

قبلَ زمنٍ بعيد يمتدُّ إلى أكثرَ مِن أربعةِ ملياراتِ عامٍ، عندما كانَ عالمُنا لا يزالُ في مهدِهِ، كانت هناكَ مدينةٌ من أبراجٍ عاليةٍ، تراوحَ ارتفاعُها من 50 إلى 100 قدمٍ، وكانت قواعدُها راسيةً بعُمقٍ في قاعِ المحيطِ. استغرقَ بناءُ هذهِ المدينةِ عشراتِ الآلافِ من الأعوامِ. بيد أنَّهُ لم تُوجَدْ حياةٌ في ذلكَ العالمِ آنذاكَ. مَن إذَن الذي شيَّدَ ناطحاتِ السحابِ البحريةَ تلكَ؟ لقد استجابت

الطبيعةُ لخلقِ اللهِ، فتكونت هذه الأبراجُ من ثاني أكسيدِ الكربون وكربوناتِ الكالسيوم؛ ذلك المعدنِ نفسِه الذي تستخدِمُهُ الطبيعةُ لتكوينِ الأصدافِ البحريةِ واللآلـئِ.

تصدَّعَتِ الأرضُ غيرُ المستقرةِ، فتسرَّبت مياهُ البحرِ الباردةُ إلى داخلِ وشاحِها الصخريِّ الساخنِ، وصارت المياه أغنى بالجزيئاتِ العضويةِ والمعادنِ، بما في ذلك الحجرُ الكريمُ الأخضرُ



أتكونُ هذه مدينةَ حياةٍ فُقِدت وعُثِر عليها؟ أبراجٌ مِن الحجرِ الجيريِّ المساميِّ يُسمَّى توفا ترتفعُ فوقَ المنظرِ الطبيعيِّ في كاليفورنيا. لا يكادُ عمرُ هذهِ المدينةِ يتجاوزُ ألف عامٍ، وقد ظهرتْ للضوء عندَ جفافِ البحيرةِ المحيطةِ بها.

المسمَّى الأوليفين. وصار هذا المزيجُ من الماءِ والمعادنِ ساخنًا للغايةِ، فاندفع إلى الخارجِ بقوةٍ هائلةٍ. وصار محصورًا في مسامِّ صخورِ الكربوناتِ التي ستُصبحُ فيما بعدُ الأبراجَ التي أشرنا إليها. وكانت هذه المسامُّ حاضناتٍ، أي أماكنَ آمنةً من الممكنِ أن تُصبح فيها الجزيئاتُ العضويةُ

أكثرَ تركيزًا. هذه هي الطريقةُ التي نعتقِدُ أنَّ الصخورَ شَيَّدَتْ من خلالِها أولَ مكانٍ شَهِد حياةً على وجه الأرض. وكانتْ هذهِ بدايةَ تعاونٍ دائمٍ بين معادنِ الأرضِ؛ أي الصخورِ، والحياةِ، على الأقلِّ في الجزءِ الصغيرِ الخاصِّ بنا منَ الكون الذي نعيشُ فيه.

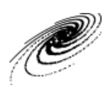
عندما تحوَّلَ الماءُ وثاني أكسيد الكربون إلى الجزيئاتِ العضويةِ التي تَسَبَّبَتْ في نشوءِ الحياةِ، أَنْتَجَا غازي الهيدروجينَ والميثانَ. وتركَتْ هذه العمليةُ أدلةً في صورةِ تصدعاتٍ أُفعوانيةٍ في الصخورِ. وقد اعتادَ العلماءُ الباحثون عن الحياةِ في عوالمَ أخرى قولَ: «اتبَعِ المياهَ»؛ لأنَّ المياهَ هي أهمُّ متطلَّبٍ أساسيٍّ للحياةِ. أما الآنَ، فهم يقولون أيضًا: «اتْبَعِ الصخورَ» وذلكَ لأن تلكَ الشقوقَ الأفعوانيةَ ترتبطُ ارتباطًا وثيقًا للغاية بالعملياتِ التي جَعَلَتِ الحياةَ ممكنةً.

لكن كيفَ بدأتِ الحياةُ؟ هل يُقدِّمُ لنا العلمُ رؤيةً حولَ أصلِ الحياةِ؟ تجمَّعتِ الجزيئاتُ العضويةُ، التي تُعَدُّ لَبِنَاتِ الحياةِ، في المسامِّ المجهريةِ بِمِلاَطِ هذه الأبراجِ الموجودةِ تحت سطحِ الماء. وكانتْ تلك الجزيئاتُ، شأنُها شأنُ كلِّ شيءٍ بما في ذلكَ البشرُ، مُكوَّنة من ذرَّات. واندفعتْ بين تلكَ الجُزَيئاتِ العضويةِ المتناثرةِ نقاطٌ متوهجةٌ من الطاقةِ تُسمَّى البروتوناتِ.

كانت ثمةَ حاجةٌ للطاقةِ لتحويلِ تلكَ الجزيئاتِ الجامدةِ إلى شيءٍ حَيٍّ. وجاءتْ هذه الطاقةُ من تفاعلٍ نَتَجَ عن التقاءِ المياهِ القلويةِ المحجوزةِ داخلَ الأبراجِ بمياهِ المحيطِ الحمضيةِ. ويُعتقَد أنَّ هذا التفاعلَ قد زوَّدَ أولَ جزيئاتٍ ذاتيةِ التضاعفِ بالطاقةِ، وهذه الجزيئاتُ هي سلائفُ جزيئاتِ الحمضِ النوويِّ الريبي والحمضِ النوويِّ الريبي منزوعِ الأكسجينِ. وتجمَّعَت جزيئاتٌ دقيقةٌ أخرى لتبطِّنَ الجدارَ الداخليَّ للمسامِّ. وكوَّنت هذه السلائفُ، التي نُطلق عليها الليبيدات، أولَ أغشيةٍ خلويةٍ.

وبمرورِ الوقتِ، بدأتْ تلك الأبراجُ الحراريةُ المائيةُ بمسامِّها التي لا حصرَ لها في التحللِ والتلاشِي. لكنَّ الجزيئاتِ المعقدةَ بداخلِها - أولَ خلايا على وجهِ الأرضِ - ظَلَّتْ سليمةً. وتطوَّرَتْ إلى ميكروباتٍ يُمكنها التكاثرُ.

إنَّ هذه الروايةَ للأحداثِ هي أكثرُ رؤيةٍ علميةٍ قابلةٍ للتصديقِ لدينا الآن بشأنِ نشأةِ الحياةِ. إنها فرضيةٌ تَطَلَّبَتْ إعادةَ لمِّ شملِ أربعةِ مجالاتٍ علميةٍ لَطَالَمَا ظلت منفصلة عن بعضِها، ألا وهي الأحياءُ والكيمياءُ والفيزياءُ والجيولوجيا.



يعتقدُ بعضُ العلماءِ أنَّ الحياةَ بَدَأَتْ أولاً في الصخورِ. لكنْ منذُ اليومِ الأولِ، كانت الحياةُ مبدعة في المراوغةِ؛ إذ ترغَبُ دائمًا في الاندفاعِ لغزوِ عوالمَ جديدةٍ. والمحيطُ بعظمتِهِ لم يستطعْ كبحَ جِمَاحِها.

لم يكنْ حالُ الكوكبِ الذي ظَهَرت عليه هذه الأشكالُ الأولى للحياةِ كحالِهِ اليومَ. حيثُ غطَّى المحيطُ آنذاكَ معظمَ سطحِ الأرضِ، وكانتْ مِياهُه حمراءَ لاحتوائِها على الحديدِ. وكانتِ السماءُ ذاتَ لونٍ أصفرَ برتقاليٍّ غائمٍ، وليس أزرقَ. والقمرُ لم يكنْ قد انسلخ بعدُ عن الأرض إلى مدارِهِ الحاليّ. وكان الغلافُ الجويُّ عبارةً عن ضبابٍ دخانيٍّ هيدروكربونيٍّ. ولم يكنْ يوجد أكسجين للتنفسِ، . كانتِ الأرضُ سلسلةً مِن البحيراتِ البركانيةِ الأرجوانيةِ عديمةِ الحياةِ التي كانتْ تنفجرُ بينَ الحينِ والآخرِ. وبدَّلتِ الحياةُ في النهايةِ العالمَ والبحرَ والسماءَ. لكنَّ الحياةَ لا تتصرَّفُ دائمًا بما يخدُمُ مصلحتَها على أفضلِ نحوٍ؛ لذا جاء يومُ تصفيةِ حساباتِ كادتْ تُدَمِّرُ فيه الحياةُ نفسَها.

لِنطَّلِعْ على أحدِ أكثرِ الفتراتِ كارثيةً في تاريخِ الأرضِ، دعونا نَعُدْ إلى التقويمِ الكونيِّ. ما من شيءٍ مهمٍّ حَدَث في الجزءِ الخاصِّ بنا في الكونِ إلا بعدَ مرورِ نَحْو ثلاثةِ ملياراتِ عامٍ مِن بدايةِ الزمنِ. فلمْ تَبدأْ مجرتُنا دربُ التبَّانة في التكوُّنِ إلا يوم 15 مارس بالتقويمِ الكونيِّ، ولم يتكوَّنْ نجمُنا الشمسُ إلا في آخرِ يومٍ مِن شهرِ أغسطسَ، أي بعدَ ذلكَ الحينِ بستةِ ملياراتِ عامٍ. وبعدَ ذلكَ بفترةٍ وجيزةٍ، بدأ المشترِي وغيرُه من الكواكبِ الأخرى -بما في ذلك الأرضُ- في التكوُّنِ. وبعدَ ثلاثةِ أسابيعَ فقطْ، أي يوم 21 سبتمبر، نعتقِدُ أنَّ الحياةَ بدأتْ في الأركانِ والشقوقِ الصغيرةِ في قَاعِ البحارِ. وبعد مرورِ ثلاثةِ أسابيعَ أخرى بالتوقيتِ الكونيِّ، ارتفعَ المزيدُ مِن الجبالِ البركانيةِ خارجَ البحارِ، وبدأتِ انفجاراتُها في تكوينِ كتلِ اليابسةِ .

لم نبدأْ إلاَّ مؤخرًا في تقديرِ دور الحياةِ في تشكيلِ كوكبِ الأرضِ. فعندما نفكِّرُ في الطرقِ التي غيَّرت بها الحياةُ شكلَ الأرضِ، يكونُ أولَ شيءٍ يتبادرُ إلى أذْهانِنا هو الغاباتُ الخضراءُ شاسعةُ

المساحةِ والمدنُ متراميةُ الأطرافِ. بيد أن الحياةَ بدأتْ تحوّلُ كوكبَ الأرضِ قبلَ أن يوجَدَ أيٌّ مِن هذهِ الأشياءِ بزمنٍ طويلٍ. فبعدَ مليار عامٍ من اشتعالِ تلكَ الشرارةِ الصغيرةِ للغايةِ في قاعِ البحر، أصبحتِ الحياةُ ظاهرةً عالميةً بفضلِ بطلٍ لم يُقهَرْ أبدًا حتى يومِنا هذا، ألا وهو الزراقمُ.

يُمكن للزراقمِ، التي لا تَزال تُؤَدِّي وظيفتَها منذ 2.7 مليار سنة وتُعرَفُ باسمِ الطحالبِ الخضراءِ المزرقةِ أيضًا، أن تعيشَ في أيِّ مكانٍ. فلا فارقَ لديها بينَ الماءِ العذبِ أو الماءِ المالحِ أو الينابيعِ الحارةِ أو مناجمِ الملحِ؛ فكلُّ هذه الأماكنِ موطنٌ لها. والزراقمُ أشبهُ بالخِيميائيِّينَ؛ فيمكنُها فعلُ شيءٍ لا يزالُ الإنسانُ بكلِّ ما توصَّلَ إليه من علمٍ وتكنولوجيا يجهَلُ كيفيةَ فعلِهِ، إذ بإمكانِها تحويلُ ضوءِ الشمسِ إلى سكرٍ، منتجةً بذلكَ غذاءَها بنفسِها عن طريقِ عمليةِ التمثيلِ الضوئيِّ.

على مدى 400 مليونِ سنةٍ لاحقة، حوَّلَتِ الزراقمُ السماءَ مِن اللونِ الأصفرِ إلى الأزرقِ بامتصاصِها ثاني أكسيدِ الكربونِ وإصدارِها الأكسجينَ. ولم تغيِّرِ الزراقمُ السماءَ والبحارَ فحسبُ، وإنما وَصَلَتْ كذلك إلى الصخورِ وغيَّرتها بدورِها. فالأكسجينُ يُسَبِّبُ التآكلَ، ومن ثَمَّ، فإنَّ الأكسجينَ الذي تُصدره الزراقمُ تَسَبَّبَ في صدأِ اليابسةِ وأعمَلَ سحرَهُ في المعادنِ. فمِن بينِ خمسةِ آلافِ نوعٍ مِن المعادنِ الموجودةِ على الأرضِ، نشأ نحوُ 3500 نوعٍ منها نتيجةً للأكسجينِ الذي أنتجَتْه الحياةُ.

لقَدْ كانتِ الأرضُ في السابقِ كوكبَ الزراقمِ. ولم تكنْ تلك الكائناتُ الدقيقةُ وحيدةُ الخليةِ ذاتَ شكلٍ مُمَيَّزٍ، لكنَّها كانتْ شَكْلَ الحياةِ السائدَ على هذا الكوكبِ، وأحدثَتْ فوضى أينما ذهبتْ، مُغيرةً المناظرَ الطبيعيةَ والماءَ والسماءَ. كان ذلك قبل 2.3 مليار سنةٍ، أي في نهايةِ شهرِ أكتوبر بالتقويمِ الكونيِّ.

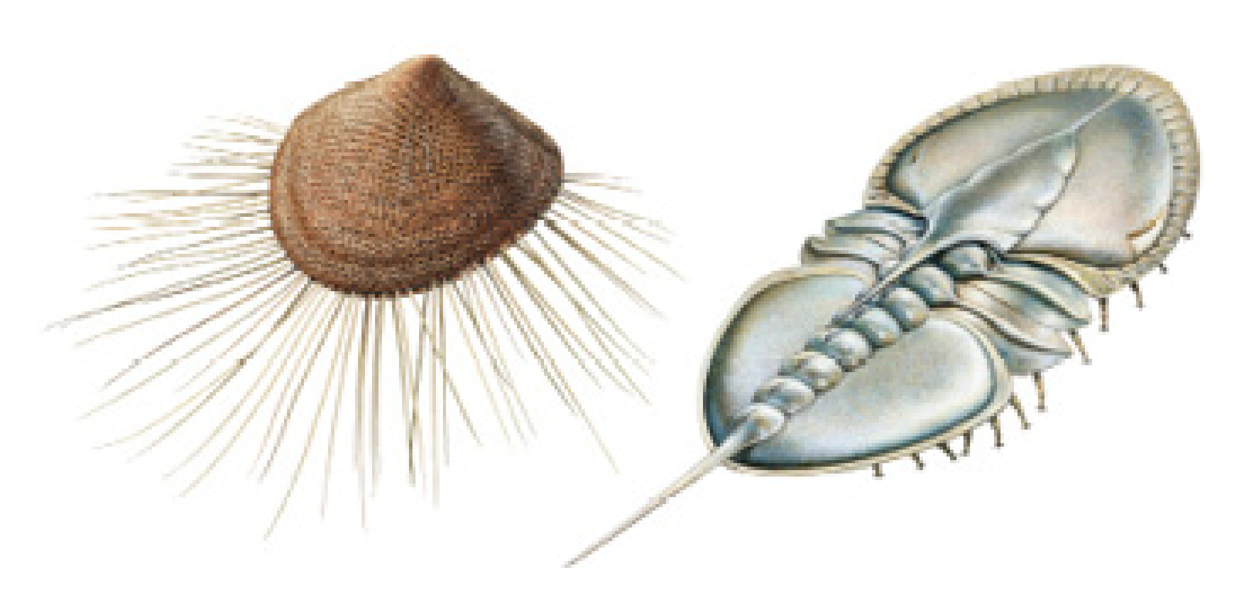
تشاركتِ الزراقمُ الأرضَ مع كائناتٍ أخرى هي اللاهوائياتُ، وهي أشكالُ حياةٍ نَضِجَت قبلَ أن تبدأَ الزراقمُ في تلويثِ الأرضِ بالأكسجين. كان الأكسجين بمثابةِ السمِّ لهذه اللاهوائياتِ، لكنَّ

الزراقم لم تتوقَّفْ عن ملءِ الغلافِ الجويّ بهِ. وكان ذلك كارثيًّا للاهوائياتِ، ولكلِّ أشكالِ الحياةِ الأخرى تقريبًا على الأرضِ. لقد جَلَبَتِ الزراقمُ نهايةً للعالمِ سببُها الأكسجينُ. واللاهوائياتُ الوحيدةُ التي نَجَت هي تلك التي لجأَتْ إلى قاعِ المحيطِ، واستقرَّتْ في أعماقِ الرواسبِ حيثُ لا يمكنُ للأكسجين الوصولُ إليها.

بالعودةِ إلى الصخورِ المتعرجةِ الموجودةِ في قاعِ البحرِ التي نَفَثت الهيدروجين والميثان، نجِدُ أنَّ الميثانَ هو غازٌ دَفِيءٌ قويٌّ، وكان آنذاكَ المصدرَ الرئيسَ للحفاظِ على كوكبِ الأرضِ دافئًا. بيدَ أَنه مرةً أخرى، تَسَبَّبَ الأكسجينُ الذي أنتجَتْه الحياةُ في قلبِ الحالِ رأسًا

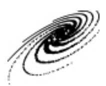


النبعُ المنشوريُّ الكبيرُ في متنزهِ يلوستون الوطنيِّ الأمريكيِّ يخلو من الحياةِ في مركزِهِ، ما يمنَحُ مياهَهُ التي تبلغُ درجةُ حرارتِها 150 درجةً فهرنهايتية لونًا أزرقَ سماويًّا داكنًا. وتحيطُ الحصائرُ الميكروبيةُ هذا الينبوعَ الحارَّ الغنيَّ بالمعادنِ بدرجاتِ اللونَيْنِ الأصفرِ والبرتقاليِّ الفاقعةِ.



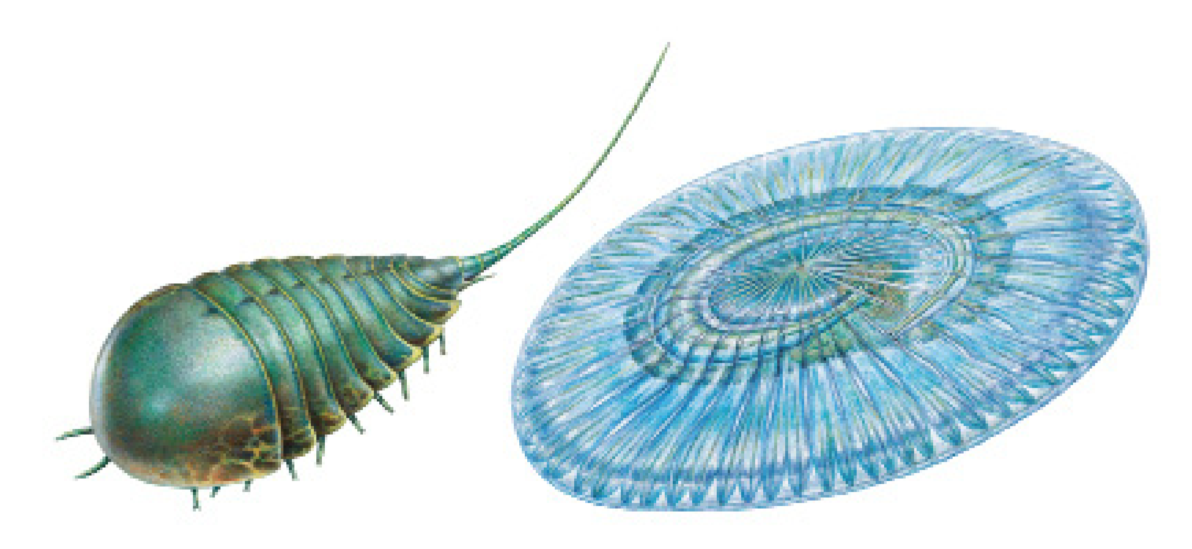
على عقبٍ. فقدِ التهمَ الميثانَ، لكنَّه أنتجَ ثاني أكسيد الكربون، وهو غازٌ دَفِيءٌ أضعفُ بكثيرٍ مِن الميثانِ، بمعنى أنه لم يكنْ بالقدرِ نفسِه من كفاءةِ حبسِ الحرارةِ في الغلافِ الجويِّ للأرضِ. فأخذتِ الأرضُ تزدادُ برودةً، وبدأت الحياةُ الخضراءُ على اليابسةِ في الهلاكِ.

تقدَّم الغطاءُ الجليديُّ القطبيُّ، وانتشرَ ليُحيطَ بالكوكبِ بأكملِه، حتى أصبحتِ الأرضُ أشبهَ بكرةٍ مغطاةٍ بالكاملِ بالثلجِ والجليدِ. لقد تمادَتِ الزراقمُ بعضَ الشيءِ في عملِها، واقتربَ شكلُ الحياةِ السائدُ على الكوكبِ مِن الإبادةِ الذاتيةِ الكاملةِ. وهذه فكرةٌ تفيقُ أيَّ كائناتٍ تَعيشُ حاليًّا في هذا المثوَى الإيكولوجيِّ.



حَدَثَ ذلكَ الشتاءُ العالميُّ الأولُ قبلَ نحوِ 2.2 مليار سنةٍ، واستمرَّ لنحوِ بضعِ مئاتِ الملايينِ مِن الأعوامِ - أيْ من 2 نوفمبر إلى 6 نوفمبر في التقويمِ الكونيِّ - حتى اندلعَتْ ثوراتٌ بركانيةٌ

هائلةٌ عبرَ الجليدِ، وبدأت الحُممُ البركانيةُ في التدفقِ على السطحِ. لقد فَرَّتِ الحياةُ من قبضةِ الموتِ الجليديةِ التي أطاحَتْ بالكوكبِ، فتراجعَ الجليدُ عائدًا إلى القطبَيْنِ.



تمَلأُ أشكالُ الحياةِ أحافيرَ طَفَلِ بورجيس في جبالِ روكي الكنديةِ، والتي نشأتْ جميعُها قبلَ نحوِ 500 مليونِ عامٍ في أثناءِ الانفجارِ الكامبريِّ. مِن اليمينِ إلى اليسارِ: كائن مَفصلي ثلاثيُّ الفصوصِ (اسمُه العلميُّ Pagetia Bootes)، وكائنٌ عضديُّ الأرجلِ (اسمُهُ العلميُّ Micromitra burgessensis)، وحيوانٌ رخوٌ (اسمُهُ العلميُّ Eldonia ludwigii)، وكائنٌ مَفصليُّ الأرجلِ (اسمُهُ العلميُّ Molaria spinifera)

خلَّفَتْ أجسامُ الزراقمِ الميتةُ مخزونًا من ثاني أكسيدِ الكربونِ في جميعِ أنحاءِ الكوكبِ. وضخَّتِ البراكينُ المتفجرةُ هذا الغازَ في الغلافِ الجويِّ، متسببةً في تدفئةِ الكوكبِ وإذابةِ الجليدِ. وعلى مدَى مليار سنةٍ لاحقةٍ، واصلَتِ الحياةُ والصخورُ عملياتِها المتقنةَ، فأدخلت الكوكبَ في حلقاتٍ من التجمدِ والذوبانِ.

وبعدَ ذلكَ، قبلَ 540 مليونَ سنةٍ - في 17 ديسمبر بالتقويمِ الكونيِّ - حدثَ شيءٌ رائعٌ. فبحلولِ ذلكَ الوقتِ، احتوى كوكبُ الأرضِ على سماءٍ ومحيطاتٍ زرقاءَ وقارتَيْنِ كبيرتَيْنِ والعديدِ من سلاسلِ الجزرِ. وبدأت الحياةُ، التي كانتْ قد اقتصرتْ حتى ذلكَ الوقتِ على الميكروباتِ والكائناتِ متعددةِ الخلايا البسيطةِ، فيما نُطلق عليه الآنَ الانفجارَ الكامبريَّ. فنمَتْ لأشكالِ الحياةِ أرجلٌ وأعينٌ وخياشيمُ وأسنانٌ، وشَرَعت الحياةُ سريعًا في التطورِ إلى صورٍ مذهلةٍ من التنوُّعِ.

وانتشرتْ في أنحاءِ الكوكبِ حشودٌ من الكائناتِ الكامبريةِ، مثلَ المفصلياتِ المدرعةِ ثلاثيةِ الفصوصِ، وكائناتٍ شبيهةٍ بالأصدافِ تحتوي على خياشيمَ تُسمَّى الساكناتِ القديمةَ، وديدانٍ شوكيةٍ عديمةِ الرأسِ تُسمَّى هالوسيجينيا، وكائناتٍ أخرى كثيرةٍ.

لا نعلَمُ بعدُ ما الذي سمَحَ للحياةِ بالتنوُّعِ بهذا القدرِ الهائلِ، لكنْ لدينا بعضُ النظرياتِ المعقولةِ حولَ هذه المسألةِ. ربما رَجَعَ السببُ إلى كلِّ معادنِ الكالسيومِ الموجودةِ في مياهِ البحارِ التي جاءتْ من البراكينِ. فصارت للكائناتِ أعمدةٌ فقريةٌ وأصدافٌ، ووَجَدتْ طريقةً للتعاونِ معَ الصخورِ لتصنَعَ دِرْعَهَا الخاصَّ. وصارَ بإمكانِها النموُّ ليزدادَ حجمُها وتخاطرَ بالذهابِ إلى مناطقَ غيرِ مأهولةٍ، ألا وهي اليابسةُ.

يتمثَّلُ احتمالٌ آخرُ في أن تكونَ الحياةُ قد تنوَّعَتْ بفضلِ الظلةِ التي كوَّنَتْها الزراقمُ عبرَ الأكسجين الذي منحتْه هذه الكائناتُ للغلافِ الجويِّ فكوَّن طبقةَ الأوزونِ التي سَمَحَت للحياةِ بالتحررِ من المحيطاتِ التي وفَّرَتْ لها الأمانَ والانتقالَ إلى اليابسةِ دُونَ أن تهاجِمَها أشعةُ الشمسِ فوقَ البنفسجيةِ القاتلةُ. فعلى مدَى ملياراتِ السنينَ، كان كلُّ ما فَعَلَتْه الحياةُ هو أنها تسرَّبت وانتشرتْ، وصارت الآن تسبَحُ وتركُضُ وتقفِزُ وتطيرُ.

يمكنُ أيضًا أن يكونَ سباقُ تسلُّحٍ متطورٍ قدِ انطلقَ بين أشكالِ الحياةِ المتنافسةِ. فنمَتْ لنوعٍ ما، ولْيكُنْ على سبيلِ المثالِ الأنومالوكاريس، وهو مخلوقٌ عملاقٌ شبيهٌ بالجمبري وله صدفةٌ وملاقطُ أطولُ ليحمِلَ فرائِسَهُ من المفصلياتِ ثلاثيةِ الفصوصِ، ويُقَلِّبها بها من أجلِ الوصولِ إلى الجزءِ الضعيفِ من جسدِها. وربما شَهِد ذلك نجاحًا فائقًا حتى طوَّرت المفصلياتُ ثلاثيةُ الفصوصِ استراتيجيةَ دفاعٍ ناجحةً، عبارة عن صَدَفَةٍ مَرِنةٍ مجزَّأةٍ مكَّنتها من الدفاعِ عَن نفسِها عن طريقِ التدحرجِ حولَ نفسِها في صورةِ كرةٍ مُدرَّعةٍ. فنَجَتِ المفصلياتُ ثلاثيةُ الفصوصِ من هجومِ الأنومالوكاريس، وخلَّفَت عددًا أكبرَ من النسلِ. وابتعَدَ عنها الأنومالوكاريس جائعًا ليختفِيَ تدريجيًّا بعد ذلكَ حتى انقرضَ.

تُرى هلْ حفَّزتِ الفيروساتُ حدوثَ الانفجارِ الكامبري الذي نَتَجَت عنه أشكالُ حياةٍ جديدةٌ؟ ننظرُ عادةً إلى الفيروساتِ بوصفِها نقمةَ الحياةِ، لكن ليست كلُّ الفيروساتِ سيئةً، وهي خرقاءُ عادةً. فهَلْ مِن الممكنِ أن تكونَ قد عَمِلَت كعواملَ ناقلةٍ، مُخَلِّفةً وراءَها أجزاءً من الحمضِ النوويِّ الريبي منزوعِ الأكسجينِ عند انتقالها من جسمٍ مضيفٍ إلى آخرَ، فتغيَّرَتْ بعضُ الأجسامِ المضيفةِ بفعلِ هذا الحمضِ المتخلِّفِ بصورٍ تلاءَمَت على نحوٍ أفضلَ مَع بيئاتِها؟

ربما كان تنوُّعُ الحياةِ غيرُ المسبوقِ الذي بدأ في الفترةِ الكامبريةِ نتيجةً لكلِّ ما سَبَق ذكرُهُ، أو ربما يكونُ قد نَتَج عن عواملَ لم نَفْهَمْها بعد. أيًّا كانَ السببُ، فقد صارتِ الحياةُ بارعةً للغايةِ في الإفلات من أيِّ حصارٍ بحيثُ لم يَعُدْ بإمكانِ أيِّ سجنٍ على وجهِ الأرضِ أن يُعِيقَها. وفي يومٍ ما، بعدَ الانفجارِ الكامبريِّ بمئاتِ الملايينِ من السنينَ، ربما ستهربُ الحياةُ مِن الأرضِ ذاتِها. فلن تظلَّ مُحاصرةً داخِلَها.



تطلَّبَ تتبعُ ملحمةِ الحياة وصولاً إلى أُولى لحظاتِ نشأتِها نوعًا جديدًا من العلومِ، وهو نوعٌ أعادَ توحيدَ الفروعِ المعرفيةِ. والرجلُ الذي أسسَ هذا النهجَ العلميَّ الجديدَ تَصَادَفَ كَوْنُه فنانًا في الهروبِ، شأنُه شأنُ الحياةِ؛ إذ هربَ من أعتى القَتَلةِ في التاريخِ، ساخرًا من مُعَذِّبيه في كلِّ خطوةٍ من خطواتِ رحلةِ هروبِهِ.

كان **فيكتور موريتز جولدشميت** عبقريًّا لدرجةٍ أدَّت إلى أن يُعرَضَ عليه منصبٌ في جامعةِ أوسلو دونَ أن يخوضَ أيَّ اختبارٍ أو يحصلَ على أيِّ درجةٍ علميةٍ. كان ذلك في عام 1909، عندما كانَ في سنِّ الحاديةِ والعشرينَ. وبعدَ ثلاثةِ أعوامٍ، حصلَ على أعظمِ تكريمٍ علميٍّ في النرويجِ، وهو جائزةُ **فريتيوف نانسين**.

كان **جولدشميت** أحدَ أوائلِ العلماءِ الذين رَأَوْا الأرضَ نظامًا واحدًا. فعَلِمَ أنه للحصولِ على رؤيةٍ شاملةٍ، ينبغي ألا تقتصرَ معرفةُ المرءِ على علمٍ واحدٍ من تلكَ العلومِ: الفيزياءِ أو الكيمياءِ

أو الجيولوجيا، وإنما عليه معرفةُ هذه العلومِ معًا. كان ذلكَ في بدايةِ عهدِ دراسةِ العناصرِ، قبل اكتشافِ العناصرِ غيرِ المستقرةِ التي تَقَعُ بعد اليورانيوم في الجدولِ الدوريِّ، وتُسمَّى عناصرَ ما بعدَ اليورانيوم.

في القرنِ التاسعَ عَشَرَ، حقَّق الكيميائيون تقدمًا هائلاً في فهمِ طبيعةِ الموادِّ الكيميائيةِ وخصائِصِها. فكانَ الكيميائيون حتى ذلك الحينِ مقتنعينَ على نحوٍ شبهِ كاملٍ بأنَّ العناصرَ -وهي أبسطُ صورِ الموادِّ الكيميائيةِ- مكوَّنَةٌ من ذرَّاتٍ غيرِ قابلةٍ للانقسامِ. فتحمِلُ الذرَّاتُ المختلفةُ خصائصَ كيميائيةً متباينةً، وعندما تتفاعلُ وتتَّحِدُ مع ذرَّاتٍ أخرى لتكوّنَ جزيئاتٍ، تنشأُ كلُّ المجموعةِ المتنوعةِ المذهلةِ من الموادِّ الموجودةِ في العالمِ مِن هواءٍ وماءٍ ومعادنَ

Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве.

Д. Менделеев.

[illegible]

			Ti=50	Zr=90	?=180
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186
			Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
			Fe=56	Ru=104,4	Ir=198
			Ni=Co=59	Pl=106,6	Os=199
H=1	?=8	?=22	Cu=63,4	Ag=108	Hg=200
[illegible]	Be=9,4	Mg=24	Zn=65,2	Cd=112	[illegible]
	B=11	Al=27,4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210!
	O=16	S=32	Se=79,4	Te=128!	
	F=19	Cl=35,5	Br=80	J=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb=85,4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87,6	Ba=137	Pb=207
		?=45	Ce=92		
		?Er=56?	La=94		
		?Yt=60?	Di=95		
		?In=75,6??	Th=118?		

Essai d'une système des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques par D. Mendeleeff professeur de l'Université à St. Pétersbourg

18 $\frac{II}{17}$ 69.

[illegible]

[illegible]

استمرَّ ديميتري مندلييف في تنقيح الجدولِ الدوريِّ للعناصرِ طوال حياتِه، بدءًا من هذهِ الملاحظاتِ التي يَرجِعُ تاريخُها إلى فبرايرَ مِن عامِ 1869. فمنحَ العلماءَ إطارًا لفَهمِ المادةِ بفضلِ قدراتِه المذهلةِ على التنبؤ.

وفلزاتٍ وبروتيناتٍ. بعضُ هذه الجزيئاتِ، مثلُ الماءِ، بسيطٌ للغايةِ. وبعضُها الآخرُ، مثلُ جزيئاتِ البروتيناتِ التي تنشأ منها الحياةُ، شديدُ التعقيدِ، وتتضمَّنُ في بعضِ الأحيانِ الملايينَ من الذرَّات. لكن كل شيءٍ ماديٍّ في الكونِ يتكوَّنُ في النهايةِ من بضعِ عشراتٍ فقطْ من العناصرِ الأساسيةِ التي تَتَّحِدُ معًا بطرقٍ وأعدادٍ مختلفةٍ.

في ستينياتِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ، بدأ الكيميائيُّ الروسيُّ **ديميتري مندلييف** -من بينِ آخرينَ- في البحثِ عن أنماطٍ بينَ العناصرِ. فاكتشفَ أنَّهُ عندما رتَّب العناصرَ بناءً على وزنِها الذريِّ المتزايدِ، بدا أنها تنقسِمُ إلى مجموعاتٍ طبيعيةٍ يتألَّفُ كلٌّ منها من ثمانيةِ عناصرَ، حسَبَ خصائصِها الكيميائيةِ (قدرتها التفاعليةُ، والقابليةُ للاشتعالِ، والسُّميَّةُ، وما إلى ذلك). وكشَفَ ترتيبُ هذه المجموعاتِ في جدولٍ عن وجودِ ثغراتٍ في صفوفِ العناصرِ المتعددةِ. وقدَّر **مندلييفُ** أنَّ هذه الثغراتِ تمثِّلُ عناصرَ لم تُكتشَفْ بعدُ، وتنبَّأ على نحوٍ مصيبٍ بالخصائصِ الكيميائيةِ للعديدِ من هذه العناصرِ قبلَ اكتشافِها.

طبَّقَ **جولدشميت** هذه المعرفةَ الجديدةَ ليُنشِئَ نسختَهُ الخاصةَ من الجدولِ الدوريّ، وهي النسخةُ التي لا تزالُ مُستخدمةً حتى يومِنا هذا. لكنْ من منظورِ **جولدشميت**، لم يكنْ جدولُهُ الدوريُّ الجديدُ مجردَ بديلٍ لقطعةٍ باليةٍ مِن زينةٍ عُلِّقتْ في الماضي على جدرانِ الفصولِ المدرسيةِ أو المختبراتِ. وإنما باستخدامِ هذا الجدولِ الجديدِ، كان بإمكانِهِ رؤيةُ كيفَ تتكوَّنَ البلوراتُ والمعادنُ المعقدةُ من عناصرَ أساسيةٍ بصورةٍ أكبرَ. كما أوضحَ جدولُهُ الجديدُ الْمُحسَّن كيفَ شكَّلت هذهِ العناصرُ بعضًا من أكثرِ التكويناتِ الجيولوجيةِ مهابةً على سطحِ الأرضِ، وهي جبالُ الهيمالايا وجروفُ دوفرَ البيضاءُ والأخدودُ العظيمُ. كان **جولدشميت** يكتشِفُ أسسَ الكيمياءِ الجيولوجيةِ ويُساعِدُنا في فَهمِ كيف تطوَّرَتِ المادةُ لتكوِّنَ الجبالَ.

وفي عام 1929، اتخذَ **جولدشميت** قرارًا مصيريًّا بقَبولِ تعيينِه في جامعةِ جوتينجن بألمانيا، حيثُ أُسِّسَ معهدٌ خصيصى له. وظنَّ زملاؤُهُ أن هذه كانتْ أسعدَ سنواتِ حياتِه، حتى عام 1933 عندما تولَّى **أدولف هتلر** السلطةَ.

كان **جولدشميت** يهوديًّا، لكنَّه لم يكنْ متدينًا. حتى جاء **هتلر** فغير ذلك **جولدشميت** الذي صار يُعرِّفُ نفسَه علنًا بأنه أحدُ أفرادِ المجتمعِ اليهوديِّ في ألمانيا. فقد ألزم **هتلر** الجميعَ بذكرِ أصولِهم اليهوديةِ وصولاً إلى عدةِ أجيالٍ سابقةٍ. وحاولَ البعضُ التسترَ على تلكَ الأصولِ خوفًا من الزجِّ بهم في أحدِ معسكراتِ الاعتقالِ. لكن **جولدشميت** أعلنَ مُفتخرًا في الاستماراتِ التي مَلأَهَا بأنَّ كلَّ أسلافِهِ كانوا يهودًا. ولم يُعجِبْ ذلك **هتلر** و**هيرمان جورينج**، مؤسِّس البوليس السريِّ الألماني (الجيستابو). فأرسلا خطابًا شخصيًّا إلى **جولدشميت** فيعامِ 1935 يُخبرانِهِ فيه بأنه مطرودٌ من منصبِهِ بالجامعةِ. ففرَّ **جولدشميت** عائدًا إلى النرويجِ وهو لا يحمل معه سوى ملابِسِه التي يرتديها.

ركَّز **جولدشميت** في أبحاثِهِ على الأوليفين؛ ذلكَ المعدنِ الكريمِ الأخضرِ الذي تخلَّفَ من تكوُّنِ المجموعةِ الشمسيةِ. كان **جولدشميت،** الذي انبهَرَ بقدرةِ هذا المعدنِ على تحمُّلِ أعلى درجاتِ الحرارةِ، أولَ مَن تنبأ بأنَّ الأوليفين ربما يكونُ قَد لَعِب دورًا في تهيئةِ الظروفِ لنشأةِ الحياةِ. وفي أثناءِ دراستِهِ للأوليفين، الذي يُعرَفُ عندَ صقلِهِ وتحويلِهِ إلى جوهرةٍ باسمِ الزبرجد، استخدمَهُ في تطبيقاتٍ لم يَسْبِقْهُ إليها أحدٌ. فاستخدمَهُ في تبطينِ الأفرانِ والمواقدِ، لكنَّ الأجيالَ اللاحقةَ رَأَتْ مقاومةَ هذا المعدنِ للحرارةِ مزيةً مثاليةً للمفاعلاتِ النوويةِ والصواريخِ.

في الوقتِ نفسِهِ، تساءلَ **جولدشميت** عن وجودِ الأوليفين في أنحاءِ الكونِ. وكانتْ هذه بدايةَ مجالٍ يُسمَّى الكيمياءَ الكونيةَ. لكنْ كان هناكَ نوعٌ آخرُ من تطبيقاتِ الكيمياءِ التقليدية حَمَل قدرًا أكبرَ من الأهميةِ **لجولدشميت.** ففي عشيةِ الاحتلالِ النازيِّ للنرويج، ارتدَى **جولدشميت** ملابسَ واقيةً ليصنَعَ لنفسِهِ بعضَ كبسولاتِ السيانيد. وصارَ يحمِلُ تلك الكبسولاتِ معه في الخفاءِ كَيْ

يتمكَّنَ من قتلِ نفسِهِ على الفورِ عندما يأتي البوليسُ السريُّ من أجلِ اعتقالِهِ، هذا إنْ أتَى . وعندما طَلَبَ منه أحدُ زملائِهِ العلماءِ الحصولَ على كبسولةٍ منها، أجابَ **جولدشميت**: «هذا السمُّ لأساتذةِ الكيمياءِ فقط. وأنت، بوصفِك فيزيائيًّا، سيكونُ عليك استخدامُ حبلٍ!».

وجاءَ البوليسُ السريُّ لاعتقالِهِ بالفعلِ. ففي منتصفِ إحدى الليالي عامَ 1942، طَرَقت قواتُ **شوتزشتافل** بابَه. احتفظَ **جولدشميت** بالسيانيدِ في جيبِه. وأُرسِل إلى معسكرِ اعتقالِ بيرج قبلَ أن تستعدَّ القواتُ لترحيلِهِ إلى أوشفيتز، وهو مكانٌ وَصَفَه **جولدشميت** لأصدقائِهِ، مازحًا بوجهٍ جامدٍ، بأنه «لم يكنْ يُوصِي به بشدةٍ».

كان ينتظرُ على أحدِ الأرصفةِ شاحبًا ومنهكًا بينَ ألفِ يهوديٍّ في انتظارِ ترحيلِهِم، عندما حَضَرَت فرقةٌ من الجنودِ النازيينَ لاختيارِهِ تحديدًا. وعند اقترابِهِم، أخذَ يعبَثُ خفيةً بالكبسولةِ الزرقاءِ الصغيرةِ في جيبِهِ، لكنَّه قرَّرَ المجازفةَ بالإبقاء على حياته، علمًا منه بأنه ستسنحُ له فرصٌ أخرى لابتلاعِ الكبسولةِ.

كان **لجولدشميت** مكانةٌ هامةٌ لدى النازِيّينَ لكونِه عالِمًا. وهو ما مَنَعَهم من التخلصِ منه. فسُمِح له بالعيشِ خارجَ المعسكرِ بشرطِ أن يسَخِّرَ علمَهُ لخدمةِ الرايخ. فاستغلَّ **جولدشميت** الفرصةَ لاستخدامِ المزيةِ الوحيدةِ التي يتفوَّقُ بها على المعتقلين، ألا وهي معرفتُهُ بالعلم. فتلاعبَ بهم، مُرسلاً إياهم في مهماتٍ علميةٍ مُضَلِّلة. فأرسلَ فرقًا كاملةً للبحثِ عن معادنَ غيرِ موجودةٍ، وأوهمَهُم بأنَّ هذه مواردُ قد تلعبُ دورًا مهمًّا في الجهودِ الحربيةِ. وكان من الممكنِ أن تُكتشَفَ حيلتُهُ في أيِّ لحظةٍ، وهو الأمرُ الذي كان يَعْنِي موتًا مُحَقَّقًا له.

بحلولِ نهايةِ عامِ 1942، عَرَفت المقاومةُ النرويجيةُ أنَّ **جولدشميت** في خطرٍ مُحدِقٍ. فرتبوا لهرَبِهِ ليلاً عبرَ الحدودِ السويديةِ. وقضى **جولدشميت** ما تَبَقَّى من الحربِ في السويدِ، ثم في إنجلترا، مُسهمًا بمعرفتِهِ في جهودِ الحلفاءِ. ولم يُشْفَ **جولدشميت**، الذي طالما كانَ واهنًا صحيًّا، من مشقاتِ الحربِ. وتُوُفِّيَ عام 1947. لكنْ في أثناءِ الفترةِ الأخيرةِ من حياتِهِ، كتَبَ ورقةً

بحثيةً عن الجزيئاتِ العضويةِ الْمُعقَّدَةِ التي اعتقدَ أنها ربما أدَّتْ إلى نشأةِ الحياةِ على الأرضِ. ولا تزالُ الأفكارُ المطروحةُ في تلك الورقةِ ذاتَ أهميةٍ محوريةٍ في فَهمنا لكيفيةِ نشأةِ الحياةِ. ولم يكنْ لدى **جولدشميت** أدنى فكرةٍ عن أنَّ الأجيالَ اللاحقةَ من علماءِ الكيمياءِ الجيولوجيةِ ستَعْتَبِرُهُ مؤسِّسَ هذا المجالِ.

كان مِن بينِ آخرِ أمنياتِ **جولدشميت** طَلَبٌ بسيطٌ، وهو حرقُ جثمانِهِ ووضعُ رمادِه في جرَّةٍ مصنوعةٍ من الشيءِ الذي اعتقَدَ أنَّه مصدرُ الحياةِ، ألا وهو معدنُهُ العزيزُ الأوليفين.



يُنتج الكونُ المجراتِ، والمجراتُ تُنتج النجومَ، والنجومُ تُنتج العوالمَ؛ فهَلْ مِن مُدُنٍ مفقودةٍ أخرى للحياةِ في الكونِ؟ «في الأحلامِ تبدأُ المسئولياتُ» هذه عبارةٌ وَصَلَت إلينا مِن أيرلندا صاغها الشاعرُ **ويليام بتلر ييتس** وكاتبُ القصةِ القصيرةِ **ديلمور شوارتز**. إنها عبارةٌ تَرَدَّدَت في رأسِي معظمَ حياتِي، وتبدو مُنطبقةً بصورةٍ خاصَّةٍ على أحلامِنا في استكشافِ العوالمِ المحتملةِ في مجرةِ دربِ التبانةِ.

للمُوَاطَنةِ الكونيةِ ثمنٌ يَجِبُ دفعُهُ. فنحن البشرَ، بوصفِنا نوعًا مرتادًا للفضاءِ، نقلَقُ بشأنِ تلويثِ العوالمِ التي نَزُورُها وجلبِ كائناتٍ فضائيةٍ معنا دونَ علمِنا، وهو الأمرُ الذي من شأنه تشكيلُ خطرٍ على عالَمِنا.

في عام 1958، وفي أعقابِ انحلالِ القمرِ الصناعيِّ الروسيِّ سبوتنك مباشرةً، بدأ **كارل ساجان** و**جوشوا ليدربرج** الحائزان على جائزةِ نوبل في الدعوةِ إلى إدخالِ مجموعةٍ صارمةٍ من البروتوكولات لحمايةِ الكواكبِ إلى القانونِ الدوليِّ. وكان الدافعُ الأساسيُّ وراءَ ذلك هو رغبتَهُما في تجنبِ تلويثِ الأرضِ لهذهِ العوالمِ كي يَتَمَكَّنَا من تقديمِ إجاباتٍ عن الأسئلةِ المتعلقةِ بأصلِ الحياةِ. لكن **ساجان وليدربرج** كانا يفكرانِ أيضًا في التاريخِ المأساويِّ للغزوِ الأوروبيِّ للقاراتِ الأخرى. شَعَر علماءُ آخرونَ بضرورةٍ مُلِحةٍ للاستكشافِ، وهو ما جَعَلَهُم يُقَلِّلُون من أهميةِ

أسبابِ ذلك الخوفِ. وفي النهايةِ، نشأَ إجماعٌ للآراءِ يَدْعَمُ **ليدربرج وساجان**. بيدَ أنه عندَما بدأتْ وكالةُ ناسا في وضعِ مواثيقِ حمايةِ الكواكبِ في عامِ 2005، توصَّلَتْ إلى صيغةٍ رَكَّزَت على البعثاتِ الفضائيةِ بدلاً من العوالمِ. لقد تحدَّدت الفئاتُ في هذه الصيغةِ فقط على أساسِ الطريقة التي قد تتدخَّلُ بها البعثةُ في البحثِ عن نشأةِ الحياةِ، وليس على أساس الحفاظِ على كائناتِ العالمِ الخاضعِ للاستكشافِ وعالَمِنا.

تُعيّنُ وكالة ناسا خمسَ فئاتٍ رئيسةٍ في هذا الشأنِ، بالإضافةِ إلى فئاتٍ فرعيةٍ معدلةٍ أخرى. فيُعَدُّ قمرُ الأرض خاليًا من الحياةِ لدرجةٍ أنه يُعتبَرُ مكانًا «ليس ذا أهميةٍ مباشرةٍ في فَهمِ عمليةِ التطورِ الكيميائيِّ للحياةِ أو نشأتِها». ولهذا السببِ، يُعَد صالحًا لأيِّ نوعٍ مِن البعثاتِ من الفئةِ الأولى، سواءٌ أكانت ستُحَلِّقُ بجوارِهِ أم تدورُ حولَهُ أم تهبِطُ عليه.

وبعثاتُ الفئةِ الثانيةِ هي البعثاتُ التي تستهدِفُ العوالمَ التي قد تكونُ «ذاتَ أهميةٍ كبيرةٍ» فيما يتعلَّقُ بمسألةِ الحياةِ، لكنَّ طبيعةَ البعثةِ تجعلُ فرصةَ تلويثِ هذه العوالمِ المستهدفةِ منخفضةً نسبيًّا، ومن ثم يمكنُ لأيِّ نوعٍ من البعثاتِ زيارتُها . ويندرجُ كوكبُ الزهرةِ، المشهورُ بعدمِ ملاءَمَتِه لحياةِ الإنسان، تحت هذه الفئةِ.

أمَّا ما تحدِّدهُ الفئةُ الخامسةُ المحظورةُ، فهو إقرارٌ بعبقريةِ الحياةِ في الهروبِ. وتنطبِقُ هذه الفئةُ على نماذجِ البعثاتِ العائدةِ مِن العوالمِ التي ربما تكونُ قد بدأتْ فيها الحياةُ؛ وتلكَ العوالمُ التي ربما تَضُمُّ، أو سبقَ أن ضمَّت في الماضي، مدنًا مفقودةً شَهِدت حياةً في قاعِ بحارِها.

ويُعَدُّ المريخُ حالةً خاصةً؛ فيندرجُ تحتَ تصنيفِهِ الرفيعِ في الفئةِ الخامسةِ العديدُ من التقسيماتِ الفرعيةِ. وفيما يتعلَّقُ بمثل هذهِ العوالمِ، تَفرِضُ وكالةُ ناسا على «المركباتِ الفضائيةِ التي تنطلِقُ إلى أجرامٍ مُستهدفةٍ تحمِلُ إمكانيةَ دعمِ الحياةِ على الأرضِ؛ ضرورةَ الخضوعِ لعملياتِ تنظيفٍ وتعقيمٍ صارمةٍ، وكمٍّ كبيرٍ مِن قيودِ التشغيلِ». لكن بصورةٍ ما، يُعَدُّ مبعوثُونا من الروبوتاتِ -

مركباتِ الهبوطِ والطوافاتِ - دليلاً على ما تُمليه علينا الحياةُ باستمرارٍ من البحثِ عن أرضٍ جديدةٍ والسيطرةِ عليها.

بعد استطلاعٍ للمشتري يمتدُّ لعدةِ أعوامٍ، سترسلُ وكالةُ ناسا مركبةَ الفضاءِ جونو إلى حيثُ ستلْقَى حتفَها في الغلافِ الجويِّ للمشتري. ستبدأُ جونو في التوهُّجِ من الاحتكاكِ قبلَ أن تنفجِرَ إلى كرةٍ ناريةٍ ويَطويها النسيانُ في طبقاتِ السحابِ الدنيا. ولن توجّهُ وكالةُ ناسا إلى المركبةِ جونو أمرًا بالتدميرِ الذاتيِّ؛ لأنها تَقلَقُ بشأنِ المشتري؛ فمن المستبعَدِ أن تُهدِّدَ أيٌّ من مركباتِنا الفضائيةِ دراساتِنا المستقبليةَ لذلكَ الكوكبِ الغازيِّ العملاقِ. فأيُّ ميكروبٍ شاردٍ من الأرض سيعلَقُ في تيارٍ هابطٍ وينزلُ لأسفلَ حيثُ ستُهْلِكُهُ الحرارةُ الشديدةُ. لذلك، يُعَدُّ المشتري أحدَ عوالمِ الفئةِ الثانيةِ فقط. لكنَّ أحدَ أقمارِ المشتري التسعةِ والسبعينَ (العددُ الآخذُ في التزايدِ) مِنَ الفئةِ الخامسةِ المحظورةِ، ولا يمكنُ لناسا أن تخاطِرَ باحتماليةِ اصطدامِ المركبةِ جونو دون قصدٍ بذلكَ القمرِ، وهو القمرُ يوروبا الذي يُعَدُّ الثاني من بينِ العوالمِ الثلاثةِ التي تمثِّلُ إجماليَّ ما تتضمنُهُ الفئةُ الخامسةُ المحظورةُ في المجموعةِ الشمسيةِ.



السطح المُعذَّب ليوروبا، أحدُ أقمارِ المشتري، مثلما رَأَتْه مركبةُ الفضاءِ جاليليو التابعةُ لوكالة ناسا. يُوَضِّح اللونُ الأحمرُ الْمُحسَّن الخطوطَ - أي الشقوقَ والحوافَ - على سطحِ يوروبا، التي تحجُبُ محيطًا هائلاً تحتها.

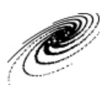
للمشتري، شأنُه شأنُ الأرضِ، مجالٌ مغناطيسيٌّ يُصبح مرئيًّا لنا إذا نظرنا إليه بالموجاتِ الراديويةِ. والمجالُ المغناطيسيُّ للمشتري أقوى بكثيرٍ مِن المجالِ المغناطيسيِّ للأرضِ، ويزيدُ حجمهُ مليون مرةٍ عن مجالِنَا. إنه شَرَكٌ هائلٌ للجسيماتِ المشحونةِ التي تتكوَّنُ منها الرياحُ الشمسيةُ. وعلى المشتري، كما هو الحالُ على الأرضِ، يوجهُ المجالُ المغناطيسيُّ الجسيماتِ المشحونةَ من الشمسِ إلى القطبَيْنِ الشماليِّ والجنوبيِّ؛ حيثُ تمنَحُ الطاقةَ للشفقِ القطبيِّ الدوارِ الغريبِ ذي الضوءِ النيوني. تُنقَلُ كذلك الرياحُ الشمسيةُ لكوكبِ المشتري إلى سطحِ القمرِ يوروبا، حيثُ تدورُ فوقَ أرضٍ فريدةٍ في تضاريسِهَا تبدو كما لو أنَّ نمرًا قد مَزَّقَها بأنيابِهِ.

يُهيمن المشتري على السماءِ. ولك أن تتخيَّلَ ما يَعنِيه وجودُ القمرِ يوروبا الصغيرِ وغيرِه مِن الأقمارِ الشقيقةِ له على هذه المسافةِ القريبةِ للغايةِ مِن مَلِكِ الكواكبِ. يُحكِم المشتري العملاقُ قبضتَه على القمرِ يوروبا نتيجةً للجاذبيةِ بقوةٍ هائلةٍ حالَتْ دونَ تمكُّنِ ذلكَ القمرِ على مدى أربعةِ ملياراتِ سنةٍ من إدارةِ وجهِهِ بعيدًا عن الكوكبِ. وتبلُغُ هذه القبضةُ من القوةِ ما يُمزِّقُ وجهَ القمرِ يوروبا. وتبلُغُ الخطوطُ، التي تُشبه الجروحَ الكبيرةَ على سطحِ يوروبا، نحوَ 12 ميلاً عرضًا و900 ميلٍ طولاً. وتتحرَّكُ هذهِ الخطوطُ على نحوٍ واضحٍ صعودًا وهبوطًا. ويكادُ يكونُ من الممكنِ سماعُ صوتِ سحقِها الذي يشبهُ صوتَ الرعدِ الشديدَ.

يُسمَّى هذا العذابُ الناجمُ عن الجاذبيةِ بالالتواءِ الْمَدِّيِّ، والمشتري ليس الْمُذنبَ الوحيدَ المتسبِّبَ في هذا العذابِ. فالأقمارُ الشقيقةُ ليوروبا تَجذِبُهُ إليها أيضًا. وترتفِعُ أكثرُ طبقاتِ سطحِ القمرِ يوروبا سماكةً إلى ارتفاعٍ كبيرٍ يَصِل إلى 100 قدمٍ كلَّ ثلاثةِ أيامٍ ونصفِ اليومِ، وهو الوقتُ الذي يستغرِقُهُ القمرُ ليقومَ بدورةٍ كاملةٍ حولَ المشتري. ويبعدُ يوروبا عن دفءِ الشمسِ بنحوِ نصفِ مليارِ ميلٍ، أي ما يزيدُ خمسَ مراتٍ على المسافةِ التي تبعدُها الأرضُ عن الشمسِ. لكنَّ

هذا الالتواء الْمَدِّيَّ يُحافِظُ على يوروبا دافئًا من الداخلِ. وهذا أحدُ أسبابِ تصنيفِ ذلكَ القمرِ في الفئةِ الخامسةِ المحظورةِ من العوالمِ. وتحتَ هذا السطحِ الفوضويِّ ليوروبا، يُوجد محيطٌ أعمقُ عشرَ مراتٍ من أكثرِ بحارِ الأرضِ عمقًا.

تخيَّلْ أن تتمكَّنَ من الغوصِ إلى داخلِ أحدِ الخطوطِ الموجودةِ على سطحِ يوروبا لتصلَ إلى المحيطِ الموجودِ تحتَ هذا السطحِ، وترى ما إذا كان ثمةَ شيءٌ يسبَحُ هناكَ. بمقدورنا تنفيذُ هذه المهمةِ، ويقترحُ العلماءُ على ناسا القيامَ بها. تخيَّلْ مركبةً فضائيةً تهبِطُ سريعًا لتغوصَ عدةَ أميالٍ عبرَ الجدرانِ الزرقاءِ الجليديةِ لشقٍّ ضَيِّقٍ لتهبِطَ مطرطشةً المياهَ على سطحِ محيطٍ عظيم، وتُرسل إلى الأرضِ صورًا وبياناتٍ أخرى.



ماذا عن عالمِ الفئةِ الخامسةِ المحظورةِ الثالثِ في مجموعتِنا الشمسيةِ؟

إنه ليس زُحَلَ؛ فأيُّ حياةٍ أرضيةٍ تمرُّ عبرَ أحزمةِ سُحُبِ زحلَ لا يكون أمامَها أيُّ فرصةٍ للبقاءِ؛ إذ إنَّ قمةَ تلك السحبِ مكوَّنةٌ في أغلبِها من جليدِ الأمونيا، وبالتالي فإنَّ هذا العالم يندرِجُ ضمن الفئةِ الثانيةِ. وتقع أسفلَ تلك السحبِ أحزمةٌ من بخارِ الماءِ. كما أن باطنَ زحلَ ساخنٌ؛ لذا يُصْدِرُ حرارةً تَزيد على ضعفِ ما يحصلُ عليه من حرارةٍ من الشمسِ البعيدةِ عنه.

يُعَدُّ قمرُ زحل تيتان أحدَ عوالمِ الفئةِ الثانيةِ. وكما هو الحالُ بالضبطِ مع زُحَل، مِن المستبعدِ للغايةِ أنْ يتدخلَ البشرُ في شكلِ الحياةِ التي قد تكونُ موجودةً على ذلكَ القمرِ. ثمة احتمالٌ دائمًا، بالطبعِ، أن تكونَ الحياةُ على تيتان أغربَ مما يُمكننا تخيُّلُه. حتى لو كان ذلكَ هو الحالَ، فاحتماليةُ أن تتمكَّنَ أيٌّ مِن أشكالِ الحياةِ على الأرضِ من إلحاقِ الضررِ به ضئيلةٌ.

لكنَّ أحدَ أقمارِ زُحَلَ الأخرى البالغُ عددُها 62 قمرًا هو العالمُ الثالثُ في الفئةِ الخامسةِ المحظورةِ. ويختلِفُ هذا القمرُ عن أيِّ قمرٍ آخرَ سَبَق لنا رؤيتُهُ؛ فنصفُهُ الجنوبيُّ بالكاملِ ينزِفُ

مادةً زرقاءَ، مكوِّنًا الحلقةَ الخارجيةَ الأبعدَ لزحلَ. وقد اكتشفَ ذلك القمرَ أولُ شخصٍ أمعنَ النظرَ في أعماقِ محيطِ الكونِ.

كان **ويليام هيرشل،** الذي وُلِد عام 1738، موسيقيًّا وفلكيًّا ألمانيًّا هاجرَ إلى إنجلترا. اكتشفَ **ويليام** الكوكبَ أورانوس عام 1781 واقترحَ تسميتَه «جورج» تيمنًا بحاكمه، الملكِ **جورج الثالث.** لم يلقَ الاقتراحُ رواجًا، لكنَّ الملكَ كان سعيدًا للغايةِ بالتقديرِ، فموَّل تشييدَ أكبرِ تليسكوب على سطحِ الأرضِ من أجلِ **هيرشل** في بلدة سلاو بالقربِ من قلعةِ وندسور.

انتظرتْ أختُ **هيرشل** الصغرى، **كارولين،** في موطنها بهانوفر حتى أرسلَ لها **ويليام،** الذي ظلَّ شخصيةً محوريةً في حياتِها، لتنضمَّ إليه في باث. في البدايةِ، عَمِلا معًا كموسيقِيَّيْن، لكنَّهما حَقَّقَا شهرةً أكبرَ كفلكِيَّيْن. وكانت **كارولين** أولَ امرأةٍ على الإطلاقِ تحصُلُ على أجرٍ من الحكومةِ البريطانيةِ لشغلِ منصبٍ رسميٍّ، وأولَ امرأةٍ في العالمِ تحصُلُ على راتبٍ لكونِها عالِمةً. كانتْ **كارولين** تبلغُ من الطولِ أربعةَ أقدامٍ وثلاثَ بوصاتٍ فقط. فعندما كانتْ في سنِّ العاشرة، أُصيبت بحمى التيفوس فَقَدَتْ على إثرِها بعضَ نظرِها بالعينِ اليسرى وتوقَّفَت عن النموِّ. لكنها مع ذلك تحدَّتْ قيودَ عصرِها ... إلى حدٍّ ما.

قامتْ **كارولين** بعددٍ مِن الاكتشافاتِ الفلكيةِ المهمةِ. ونشرَتْ عَمَلَها في كتابCatalogue of Nebulae and Clusters of Stars «قائمة السُّدُمِ والعناقيدِ النجميةِ»، لكن باسمِ أخيها ويليام. فقَدْ كان ذلكَ في عامِ 1802. وعندما كَبِر **جون** ابنُ أخيها **ويليام،** توسَّعَ في القائمة التي وَضَعَتْها **كارولين.** وأُطلِق عليها لاحقًا New General Catalogue «القائمة العامةُ الجديدةُ». ولا يزالُ يُحدَّدُ العديدُ من الأجرامِ الفلكيةِ برقمِها في هذه القائمةِ حتى يومِنا هذا.

اكتشفَ **ويليام** قمرًا جديدًا لزحل، وأسماه زحل 2 (لم يكنْ **ويليام** يُتْقِنُ تسميةَ العوالمِ). فمَنَحَ ابنَه، **جون،** امتيازَ تسميةِ هذا العالَمِ الجديدِ، وقرَّرَ **جون** تسميتَه إنسيلادوس تيمنًا باسمِ عملاقٍ في الأساطيرِ الإغريقيةِ كان ابن جايا (الأرض) وأورانوس (السماء). حاربَ **إنسيلادوس** الإلهةَ **أثينا**

في صراعٍ مَلْحَمِيٍّ من أجلِ التحكمِ في الكونِ. والقمرُ **إنسيلادوس،** الذي يمثِّلُ العالمَ الثالثَ في الفئةِ الخامسةِ، هو أحدُ العوالمِ ذاتِ الأسطحِ العاكسةِ في المجموعةِ الشمسيةِ. فسطحُهُ مكوَّنٌ بشكلٍ شبهِ كاملٍ من مياهٍ عذبةٍ متجمدةٍ. كما أنَّهُ أملسُ إلى حدٍّ كبيرٍ، مع وجودِ بعضِ الفُوَّهاتِ القليلةِ هنا وهناكَ. ونعلمُ ذلك عن **إنسيلادوس** بفضلِ مسبارِ «فوياجر 2» التابعِ لناسا.

ليس عليكَ أن تكونَ عالمَ أحياءٍ فلكيةٍ لتعلمَ للوهلةِ الأولى أنَّ الحياةَ موجودةٌ في كلِّ مكانٍ على سطح الأرضِ. فمثلما عَلِمْنا، غيَّرَتِ الحياةُ كلَّ جزءٍ تقريبًا من الأرضِ. ووضعُ الأرضِ كأحدِ عوالمِ الفئةِ الخامسةِ المحظورةِ جليٌّ لأيِّ حضارةٍ مرتادةٍ للفضاءِ تحترِمُ الحياةَ. أما القمرُ إنسيلادوس، فيُخفي أسرارَهُ في أعماقِه.

جنوبَ خطِّ استواءِ القمرِ إنسيلادوس، نرى قممَ أبراجٍ زرقاءَ مِن الجليدِ وبخارِ الماءِ التي يمتدُّ ارتفاعُها لمئاتِ الأميالِ. تخيَّلْ مركبةً روبوتيةً مِن الأرضِ تُحَلِّقُ مخترقةً ستارَ تلكَ الينابيعِ الفوارة، وتأخذُنا معها في هذهِ الرحلةِ من خلالِ التصويرِ بالكاميرا. تندفِعُ ينابيعُ الثلجِ وبخارُ الماءِ الفوارة



وهَجٌ مِن «سفينةِ الخيالِ» المستخدمةِ في برنامجِ «الكونِ» يُضِيءُ الأبراجَ المعدنيةَ التي رُبما تكونُ موجودةً في قاعِ المحيطِ الموجودِ على إنسيلادوس، أحد أقمار زُحل.

هذِهِ من القمرِ إنسيلادوس بسرعةِ 1300 ميلٍ في الساعةِ. وتتعرَّضُ نفثات المياهِ لضغطٍ هائلٍ يتسبَّبُ في تصديعِها قشرةَ الكوكبِ، وتنطلِقُ لأميالٍ في الفضاءِ. وتُعَدُّ هذه النفثاتُ مساهمةً من هذا القمرِ في حلقةِ زحلَ الخارجيةِ الْمُسماةِ الحلقةَ (E). لكنَّها تشتمِلُ على ما هو أكثرُ مِن ذلك بكثيرٍ؛ إذ تحتوي تلكَ النفثاتُ على النيتروجين والأمونيا والميثانِ. وعندما يُوجد الميثان، قد يُوجد الأوليفين.

لقد كانَ إنسيلادوس على هذه الحالِ لمدةٍ لا تقلُّ عن مائةِ مليونِ عامٍ. وقد يَظَلُّ ينضَحُ بالماءِ لتسعةِ مليارات عامٍ أخرى. فمِن أين يأتي كلُّ هذا الماءِ؟

يُحيط بلُبِّ إنسيلادوس الصخريِّ محيطٌ أزرقُ يشمَلُ القمرَ بأكملِهِ، ويُحيطُ بهذا المحيطِ قشرةٌ جليديةٌ. وتكونُ هذهِ القشرةُ في أقلِّ سمكٍ لها في نصفِ القمرِ الجنوبيِّ؛ إذ لا يتجاوزُ سمكُها بضعةَ أميالٍ. ولهذا السببِ، يُعَدُّ نصفُ القمرِ الجنوبيُّ أفضلَ مكانٍ يُمكن الوصولُ من خلالِهِ إلى محيطِ القمرِ الموجودِ تحتَ سطحِهِ. وهذا المحيطُ الذي يشمَلُ القمرَ بأكملِهِ، وستارُ الينابيعِ الفوارة العجيبُ، والثلجُ الغريبُ على السطحِ - كلُّ ذلكَ حقيقيٌّ. فلدينا ملاحظاتٌ عديدةٌ من بعثةِ **كاسيني** تُخبرنا بأنَّ ذلك ما يَنتظِرُنا على القمرِ إنسيلادوس.

لكن ماذا سنجِدُ إذا غُصْنَا مباشرةً إلى قلبِ ذلك القمرِ؟ يَعتقدُ العلماءُ أن أيَّ مركبةِ فضاءٍ تَزُورُ إنسيلادوس قد تهبطُ عبرَ ضبابٍ ساخنٍ حتى تصلَ إلى صَدْعٍ حالكِ الظلامِ مَلِيءٍ بالبخارِ الناتجِ عن الحرارةِ الداخليةِ للقمرِ. فعندما يتعرَّضُ الماءُ للفراغِ في الفضاءِ، يتحوَّلُ إلى بخارٍ. ومع غوصِ مركباتِنَا الفضائية إلى أعماقٍ أكبرَ، قد نَصِلُ إلى المحيطِ الموجودِ تحتَ السطحِ الذي سيكونُ له على الأرجحِ سَقْفٌ جليديٌّ مقببٌ هائلٌ. وقد يكونُ لسطحِ المحيطِ طبقةٌ رغويةٌ مكوَّنَةٌ من مادةٍ عضويةٍ حمراءِ وخضراءِ اللون.

هذه الرغوةُ هي مصدرُ الحياةِ، إنها الجزيئاتُ العضويةُ. وما الذي يُمكن أن يكونَ في انتظارِنا أسفلَ ذلك؟ يفوقُ عمقُ محيطِ إنسيلادوس عمقَ محيطاتِ الأرض بنحوِ عشرِ مراتٍ. وإذا تَمَكَّنَّا من فحصِ مياهِهِ تحتَ عدسةِ مجهرٍ قويٍّ، فقد يُمكننا رؤيةُ جزيئات دقيقةٍ للكربونِ والهيدروجين العضويَّين. وإذا كانت هذه الجزيئاتُ شائعةً، فستحملُ وعدًا كبيرًا بوجودِ حياةٍ على إنسيلادوس. فربما سنكتشِفُ أنَّ إنسيلادوس به مدينةُ حياةٍ في قاعِ بحرِهِ. وإذا وُجِدت هذه المدينةُ، فربما تكونُ دعائِمُها أطولَ من دعائمِ الأرضِ بسببِ الضعفِ الشديدِ للجاذبيةِ على إنسيلادوس مقارنةً بالأرضِ. لكنَّ التياراتِ قويةٌ، ومِن المرجحِ أن تطيحَ بهذه الدعائمِ. هل من الممكنِ أن تكونَ

هناكَ صخورٌ متعرجةٌ وأوليفين؟ هل يمكنُ أن تكونَ الصخورُ قد هَيَّأَتْ مكانًا للحياةِ؟ لكن حتى لو كانَ هذا هو الحالَ، فهل كانَ أمامَ الحياةِ الوقتُ الكافي لتسودَ على ذلكَ القمرِ؟

يعتقدُ البشرُ أنهم قصةُ الكونِ بأكملِه، عندهم يَبدأُ وعندَهم ينتهي. لكننا - وفقًا لكلِّ ما نعلمُه - لسنا سوى جزءٍ متناهي الصغرِ تُحيطُ بنا القوى الكيميائيةُ الجيولوجيةُ، التي تتكشَّفُ في جميعِ أنحاءِ الكونِ. فالمجراتُ تتكونُ من النجومِ، والنجومُ تحتوِي العوالمَ .

هل يجعلُ ذلك الحياةَ أقلَّ إثارةً للدهشةِ أم أكثرَ؟



الزبرجد الزيتوني (الأوليفين)، هو معدن يُعتقَد أنه لَعِب دورًا محوريًّا في نشأةِ الحياةِ وتطورِها الكيميائيِّ.

قطراتُ النَّدى تُزيِّنُ براعمَ قمحٍ وليدةً



قطراتُ النَّدى تُزيِّنُ براعمَ قمحٍ وليدةً

| الفصلُ الرابعُ |

فافيلوف

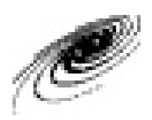
على الفلسفةِ حملُ ضميرِ الغدِ والتزامُ المستقبلِ ومعرفةُ الأملِ، وإلا فستفقدُ ما تُقَدِّمُهُ من معرفةٍ.

- إرنست بلوخ، «مبدأُ الأملِ»



رسمٌ على أحدِ الجدرانِ المصريةِ يعودُ إلى المملكةِ الحديثةِ، حوالَيْ عامِ 1539 إلى عامِ 1075 قبلَ الميلادِ. يعرِضُ هذا الرسمُ -

من أسفلَ لأعلى -عملية نثرِ بذورِ القمحِ وحصادِه ودرسِه. زيَّن هذا الرسمُ مقبرةَ أونسو، كاتب حسابات الغِلالِ لدى الملك.



كم مِن حضارةٍ عظيمةٍ خرَّتْ راكعةً أمامَ المجاعاتِ. من شعبِ المايا إلى شعبِ مصرَ القديمةِ وشعبِ الأنسازي الذي عاش في جنوبِ غربِ أمريكا في القرنِ الثالثَ عشرَ، لقد عرف الإنسانُ معنى عذابِ الجوعِ في جميعِ أنحاءِ هذا الكوكبِ مِن كينشاسا إلى بكين وما بَيْنَهما.

على مدَى أولِ مائتيْ ألفِ سنةٍ من حياةِ البشرِ، عاشُوا حياةَ الترحالِ تحتَ ضوءِ النجومِ. اعتمدوا على النباتاتِ البريةِ التي جَمَعُوها والحيواناتِ التي اصطادُوها حتى قبلَ نحوِ 10 آلافِ أو 12 ألفَ عامٍ مَضَت، وهو الوقتُ الذي أدركَ فيه أسلافُنا أنه بداخلِ النباتاتِ التي فَتَّشوا عنها تكمنُ وسيلةٌ لإنتاجِ نباتٍ آخرَ، ألا وهيَ البذرةُ. وأدَّى هذا الاكتشافُ إلى أكثرِ اختيارٍ مصيريٍّ قامَ به نوعُنَا البشريُّ. فكان أمامنا خياران: إما الاستمرارُ في الترحالِ في مجموعاتٍ صغيرةٍ، مع اتباعِ قطعانِ الحيواناتِ البريةِ والاعتمادِ على الغاباتِ في العيشِ، وإما استئناسُ بعضِ الحيواناتِ، مثلَ الخنازيرِ التي تَجَوَّلَتْ معنا في الغاباتِ، وأكلِ ما لا يُمكنُنَا هضمُه. كان بإمكانِنا الاستقرارُ لزراعةِ طعامِنا من المحاصيلِ الصغيرةِ مثل القمحِ والشعيرِ والعدسِ والبازلاءِ والكَتانِ. وهو ما تطلَّبَ تضحيةً وعملاً مضنيًا لفتراتٍ طويلةٍ من أجلِ مكافآتٍ لن نحصلَ عليها إلا بعدَ فترةٍ طويلةٍ. فبدأنا نتطلعُ إلى المستقبلِ.

لم يُتخَذْ، بالطبعِ، الاختيار بين الترحالِ والاستقرارِ في لحظةٍ واحدةٍ، وإنما تَحَقَّقَ على مدى أجيالٍ. ونحنُ نشعرُ بأنَّنا بعيدونَ للغايةِ عن ماضِينا كصيادينَ وجامعينَ للطعامِ، لكن في نطاقِ الزمنِ الكونيِّ الهائلِ، لم يَمُرَّ على ذلكَ العصرِ سوى أقلَّ مِن نصفِ دقيقةٍ في التقويمِ الكونيِّ. فقد بدأ أسلافُنا في استئناسِ الحيواناتِ والنباتاتِ قبلَ ما يَقِلُّ عن 25 ثانيةً فِي التقويمِ الكونيِّ، أي منذ نحوِ 10 آلافِ عامٍ. وهذا التحوُّلُ في إنتاجِ الطعامِ غيَّر علاقَتَنا مع عناصرِ الطبيعةِ تغييرًا

جذريًّا. فلَطَالما اعتبَرْنا أنفسَنَا مِن الأسرةِ ذاتِها التي تَنْتَمِي إليها الطيورُ والأسودُ والأشجارُ. لكنَّنَا بدَأْنا آنذاك ننظرُ لأنفسِنا ككائناتٍ منفصلةٍ عن بقيةِ الحياةِ على الأرضِ.

لأولِ مرةٍ، استقرَّ الرحالةُ، واستأنَسُوا الحيواناتِ، وخَزَّنُوا كمياتٍ كبيرةً مِن الطعامِ مكَّنَتْهم من تكريسِ وقتِهم لمساعٍ أخرى غيرِ البحثِ الْمُضني عن الغذاءِ. لقد تجرَّءوا على التواصلِ مع مستقبلٍ بعيدٍ؛ إذ بَدَءوا في بناءِ أشياءَ لتدومَ لأكثرَ مِن موسمٍ واحدٍ. وشَيَّدُوا بعضَ الأشياءِ بدرجةٍ مِن الإتقانِ جَعَلَتْها لا تزالُ قائمةً حتى الآنَ، أي بعدَ ما يقرُبُ من 10 آلافِ عامٍ.



يُعَدُّ برجُ أريحا أقدمَ دَرجٍ في العالمِ. كَمْ يَبْلُغُ من العمرِ؟ لقد كان يبلغُ من العمرِ 5 آلافِ عامٍ بالفعلِ قَبْلَ بناءِ أولِ هرمٍ في مصرَ. إنه عتيقٌ لدرجةِ أنَّ الأرضَ كان لَدَيْهَا الوقتُ الكافي لابتلاعِهِ كاملاً ببطءٍ وبطريقةٍ غيرِ ملحوظةٍ على مدى آلافِ السنينَ. فأعلى درجةٍ بهذا البناءِ، وهي الدرجةُ الثانيةُ والعشرونَ التي كان يمكنُ الوقوفُ عليها للحصولِ على منظرٍ مثاليٍّ لنهرِ الأردن والمناطقِ المحيطةِ به، صارَت الآنَ تحت مستوى سطح الأرضِ.

هل كانَ ذَلِكَ الدَّرَجُ برجَ مراقبةٍ لحمايةِ المدينةِ مِن الغزاةِ؟ أم كانَ مجردَ وسيلةٍ للاقترابِ مِن النجومِ؟ لقَدِ استغرقَ بِنَاؤُه 11 ألفَ يومِ عملٍ، الأمرُ الذي لم يَكُنْ ممكنًا إلا بفضلِ فائضِ الطعامِ الذي وَفَّرَتْه الزراعةُ. وبصعودِ هذا الدرجِ، يَتَّبِعُ المرءُ خطواتِ 300 جيلٍ. أليسَ مِن المذهلِ أن يَتَمَكَّن أشخاصٌ تَوَقَّفُوا لتوِّهِمْ عَنِ الترحالِ مِن إنشاءِ شيءٍ بهذِهِ الدرجةِ المهولةِ مِن المتانةِ بالمقاييسِ البشريةِ؟ ولا يزالُ بناةُ هذا الدَّرجِ، الذين يُشارُ أحيانًا إلى انتمائِهِم إلى مطلعِ العصرِ الحجريِّ الحديثِ، يمثِّلون لغزًا لنا.

وقد دَفَن بناةُ برجِ أريحا - شأنُهم شأنُ مواطني مدينةِ جاتال هويوك - موتاهم تحتَ أرضيةِ غرفِ المعيشةِ من أجلِ الوصولِ السهلِ إليهم، وزيَّنوا جماجِمَ موتاهم بالجصِّ ليُعيدوا بناءَ ملامحِ

وجوهِهِم، مع إضافةِ عيونٍ من الأصدافِ البحريةِ، وأسنانٍ مِن الحصَى. تُرى فِيمَ كانوا يُفَكِّرون؟ هل كانتِ الجماجمُ موضعَ تبجيلٍ أم قطعًا فنيةً أم أدلةً على توثيقِ الممتلكاتِ؟ هل كانتِ الأقنعةُ وسيلةً لإثباتِ أنَّ «أسلافي ماتوا هنا وهم يَحْمُونَ هذه الأرضَ؛ فهي إذن مِلكي»؟ إنَّ هذهِ الجماجمَ قد تكونُ أولَ إثباتِ ملكيةٍ، فهي تؤكدُ الطبيعةَ السحيقةَ للملكيةِ العقاريةِ منذُ بدايةِ الخليقةِ، حتى عندما بدا الكوكبُ زاخرًا بالأراضِي الشاسعةِ التي ما مِن مُطالِب بها.

عاشَت مدينتا أريحا وجاتال هويوك في الوقتِ نفسِه تقريبًا في التاريخِ. لكنَّ الأدلةَ تُشير إلى أنَّ الحياةَ في أريحا انطوتْ على مخاطرَ لم تكنْ معروفةً بَعْدُ في جاتال هويوك. فالعيشُ في مساكنَ متقاربةٍ في ظلِّ تعدادٍ سكانيٍّ كبيرٍ أَدَّى إلى تَفَشِّي الأوبئة. ومع حصادِ المحاصيلِ والعيشِ في مساكنَ، ظهرتِ القيود. فأسلوبُ الحياةِ الجديدِ عزَّزَ الحروبَ بينَ الطبقاتِ والتحيُّزَ الجنسيَّ. وعانَى المستعبدون والمغلوبونَ على أمرِهم من التغذيةِ المتدنيةِ. وتشهدُ الفحوصاتُ الطبيةُ الشرعيةُ - التي أُجريت على عظامِهِم وأسنانِهِم - على ظهور عدمِ المساواةِ. كذلك فإن النظامَ الغذائيَّ للصيادينَ وجامِعِي الطعامِ المتنوعِ والغنيِّ بالنباتاتِ والحشراتِ والطيورِ والحيواناتِ الأخرى حلَّ مَحَلَّهُ القليلُ مِن محاصيلِ النشوياتِ.

وفي أوقاتِ ندرةِ الأمطارِ أو هجومِ الجرادِ أو إصابةِ الحبوبِ بعَدْوى فطريةٍ، كانَ الجوعُ ينتشِرُ على نطاقٍ هائلٍ؛ فتنتشرُ المجاعةُ. وفي بعضِ الأحيانِ، كانتِ المجاعاتُ تَحْدُثُ نتيجةَ حدثٍ وقعَ في النصفِ الآخرِ مِن العالمِ وبعيدًا للغايةِ عن نطاقِ معرفةِ ضحاياها. ففي 19 فبراير من عام 1600 في الساعة الخامسة مَسَاءً، ثارَ بركان هواينابوتينا في جنوبِ بيرو. ودفعَ الصخورَ والغازاتِ والغبارَ عاليًا في السماءِ، مُكَوِّنًا عمودًا هائلاً من النفثِ البركانيِّ، فيما يُعَدُّ أكبرَ انفجارٍ شَهِدَتْه أمريكا الجنوبيةُ في التاريخِ المدوَّن. وانفجرَ ذلك العمودُ عبرَ الغلافِ الجويِّ للأرضِ في طبَقَتي التروبوسفير والستراتوسفير. ولم يَبْدَأْ في السقوطِ عائدًا إلى الأرضِ حتى وصلَ إلى طبقةِ الميزوسفير ذاتِ اللونِ الأزرقِ الداكنِ الذي يَكَادُ يكونُ أسودَ. وهذا المزيجُ

البغيضُ من حمضِ الكبريتيك والرمادِ البركانيِّ حَجَبَ أشعةَ الشمسِ مِن الوصولِ إلى الأرضِ. وحلَّ الشتاءُ - شتاءٌ بركانيٌّ.

أسفرَ ذلكَ عن تعرضِ شعبِ روسيا لأقسَى شتاءٍ شَهِدَته بلادُهم منذ ستةِ قرونٍ. وعلى مدى العامَيْنِ التالِيَيْنِ، انخفضتْ درجاتُ الحرارةِ، حتى في فصلِ الصيفِ، إلى ما هو أقلُّ مِن درجةِ التجمدِ ليلاً. ولَقِي مِلْيُونا شخصٍ - أي ثلثُ سكانِ روسيا - حَتْفَهم جراءَ المجاعةِ الناجمةِ عن ذلكَ. وكانَ العمالُ الْمُرْتَعِدونَ الْمُلَثَّمون بأسمالٍ باليةٍ يحفُرون مقابرَ جماعيةً لأكوامِ الجثثِ المتراكمةِ.



شعبُ روسيا وقد أَعْيَتْهُمُ المجاعةُ التي تَسَبَّبَ فيها ثورانُ بركانِ هواينابوتينا في النصفِ الآخرِ مِن العالمِ ببيرو في عامِ 1600، كما تَمَّ تَصَوُّرُهم في هذا الرسمِ الذي يعودُ إلى عامِ 1836 بكتابِ نيكولاي كرامزين الشهيرِ عن تاريخِ روسيا المكوَّنِ من 12 جزءًا.

وأدى ذلكَ إلى سقوطِ القيصرِ **بوريس جودونوف**. وكلُّ ذلك بسببِ بركانٍ ثارَ على بعد 8 آلافِ ميلٍ في بيرو. وعلى الرغمِ مِن فكرةِ أنَّ كَوْكَبَنا كيانٌ واحدٌ تبدو لكثيرين إفراطًا أجوفَ في

النزعةِ العاطفيةِ، فإنها حقيقةٌ علميةٌ بحتةٌ.

في القرنِ الثامنَ عشرَ، أسفرتِ المجاعاتُ الناجمةُ عنِ الجفافِ وسوءِ إدارةِ الاستعمارِ البريطانيِّ في الهندِ عن مقتلِ 10 ملايينِ شخصٍ. وفي الصينِ - في أثناءِ المجاعاتِ التي شهدتها في القرنِ التاسعَ عَشَرَ - هَلَكَ ما يزيدُ على 100 مليونِ شخصٍ (عددٌ يَصْعُبُ علينا تخيلُهُ شأنُه شأنُ المسافةِ التي تُبْعِدُنَا عن أقربِ مجرةٍ لنا). وأفنَتْ مجاعةُ أيرلندا الكُبرى - التي تَسَبَّبَ فيها كذلكَ سُوءُ إدارةِ الاستعمارِ البريطانيِّ - مليونَ شخصٍ، وأجبَرْت مِلْيُونَيْنِ آخرينِ على الفرارِ من البلادِ بحثًا عن لقمةِ العيشِ. وينطبقُ ذلك أيضًا على الجفافِ والوباء اللذَيْنِ ضَرَبا البرازيل عام 1877. ففي إقليمٍ واحدٍ، مات أكثرُ من نصفِ عددِ سكانِ البلدِ مِن الجوعِ وأنواعِ العَدْوى الانتهازيةِ التي تُهاجم مَنْ يُعانُون سوءَ التغذيةِ. ولا تزالُ أعدادُ الموتى الذين لَقُوا حَتْفَهُم جراءَ المجاعاتِ التي ضَرَبَتْ إثيوبيا وروانذا ومنطقةَ الساحلِ في إفريقيا في القرنِ العشرينَ غيرَ معروفةٍ.

على مدَى بضعةِ آلافٍ مِن الأعوامِ، منذُ بدايةِ التدوينِ، تضوَّرَتْ أعدادٌ كبيرةٌ مِن الناسِ جوعًا في مكانٍ ما على الأرضِ. ولكنَّ نجاحَ الثورةِ العلميةِ المعاصرةِ - بما تضَمَّنَتْهُ من قوى استكشافيةٍ وصورِ تَقَدُّمٍ تكنولوجيٍّ مذهلةٍ - رَفَعَ من إمكانيةِ تحسينِ قدرةِ البشرِ على البقاءِ. فهل يُمْكِنُ أن تُصْبِحَ الزراعةُ علمًا - مع وجودِ نظريةٍ تنبُّئِيَّةٍ عن التهجينِ يمكنُ الوثوقُ بها بالقدرِ نفسِه مثل نظريةِ الجاذبيةِ التي وَضَعَها نيوتن - فتصبحَ لدينَا نظريةٌ يمكنُ أن تُنْتِجَ باستمرارٍ سلالاتٍ يُمكنها الصمودُ في وجهِ الجفافِ والأمراضِ؟



على مدى آلافِ الأعوامِ، أدركَ المزارعونَ والرعاةُ مزايا الاختيارِ التفضيليِّ لأكثرِ الأنواعِ قدرةً على التحملِ وتهجينها مِن أجلِ إنتاجِ نسلٍ أكثرَ نجاحًا. وكانَ ذلك يُعرَفُ باسمِ الاصطفاءِ الصناعيِّ، ولكنْ ظلتْ كيفيةُ انتقالِ هذه الخصالِ إلى الأجيالِ التاليةِ لُغزًا محيِّرًا. واستمرَّ ذلك

حتى بعدَ أن أزالَ تشارلز داروين الغموضَ الذي اكتنفَ كيفيةَ تطورِ الحياةِ بأكملِها عن طريقِ الاصطفاءِ الطبيعيّ.

في عام 1859، وبينما أنارَ**داروين** بصيرةَ العالمِ وأغضَبَهُ في الوقتِ نفسِه بنشرِ كتابِهِ «أصلُ الأنواعِ»، كان رئيسُ دير القديس **توماس الريفي** - الذي يُوجَد فيما يُعرَف الآن ببرنو في جمهوريةِ التشيك- يحاولُ أن يُصْبِحَ أستاذًا للعلومِ. رَسَبَ **جريجور مندل** في الاختبارِ المؤهِّلِ لهذا المنصبِ مرتينِ. وكانَ المسارُ المهنيُّ الوحيدُ المتاحُ أمامَهُ هو أنْ يعملَ معلمًا بديلاً. لذا، في وقتِ فراغِهِ، بدأ في دراسةِ نباتاتِ البازلاءِ. فزرَعَ عشراتِ الآلافِ مِن هذه النباتاتِ، وفحَصَ بدقةٍ طُولَهَا، بالإضافةِ إلى شكلِ قُرُونِها وبذورِها وأزهارِها ولونِها. ومعَ ازدهارِ حديقتِهِ، رسمَ رئيسُ الديرِ هذا نموَّ كلِّ نباتٍ مِن نباتاتِ البازلاءِ ودوَّنَهُ بدقةٍ وأمانةٍ. كانَ مندل يبحثُ عن نظريةٍ تنبُّئِيةٍ للتكاثرِ مِن شأنها إيضاحُ ما يمكنُ الحصولُ عليه مقدمًا من تهجينِ نباتٍ طويلٍ مَعَ آخرَ قصيرٍ أو بازلاءَ خضراءَ مع أخرى صفراءَ.

وجد **مندلُ** أنه عندَ تهجينِ نباتِ بازلاءَ أخضرَ مَعَ آخرَ أصفرَ، حَصَلَ على بازلاءَ صفراءَ في كلِّ مرةٍ. ولم يَكُنْ هناكَ اسمٌ يُعَبِّرُ عن هيمنةِ البازلاءِ الصفراءِ على الخضراءِ حتى ابتكرَهُ **مندل؛** فأطلقَ على هذه الصفةِ «الصفةَ السائدةَ». وأسعدَهُ اكتشافُ أنه بإمكانِهِ بعد ذلك التنبؤُ بما يحْدُثُ في الجيلِ التالي من البازلاء. فإذا كانتْ قرونُ البازلاءِ الثلاثةِ الأولى تحمِلُ بازلاءَ صفراءَ، عَرَفَ **مندلُ** قبلَ فتحِ قرنِ البازلاءِ الرابعِ أن حُبُوبَهُ ستكونُ خضراءَ.

كانَ نباتٌ واحدٌ - مِن بينِ كلِّ أربعةِ نباتاتٍ من البازلاءِ - أخضرَ اللونِ. وأطلق **مندلُ** على الصفةِ الخفيةِ التي ظهرتْ في المحصولِ التَّالي اسم «الصفةُ المتنحيةُ». وكانتْ هناكَ أشياءُ خفيةٌ دَاخِلَ النباتاتِ - أطلقَ عليها **مندلُ** «العواملَ» - تَسَبَّبَتْ في خصائصَ معينةٍ، وكانت تؤدِّي وظيفتَها وفقَ قانونٍ تمكَّنَ **مندلُ** مِن التعبيرِ عنه باستخدامِ معادلةٍ بسيطةٍ، مثلما عبَّر **نيوتن** عن

الجاذبيةِ بالضبطِ. فكانَتْ هناكَ قوانينُ تحكمُ كيفيةَ انتقالِ رسالةِ الحياةِ مِن جيلٍ إلى آخرَ. لَقَدِ ابتكرَ ذلكَ المعلمُ البديلُ مجالاً علميًّا جديدًا تمامًا، لكِنَّ أحدًا لم يُلاَحِظْهُ لمدةِ 35 عامًا أخرَى.

نشَرَ **مندلُ** ورقةً بحثيةً واحدةً توثِّقُ تجاربَهُ في أثناءِ حياتِهِ، وتوفِّيَ دونَ أن يعلمَ أبدًا أنَّ العالَمَ سينظرُ إليه بوصفِهِ أحدَ العظماءِ في تاريخِ العلمِ. فأُعيد اكتشافُ عَمَلِهِ عامَ 1900، ولم يكنْ له مُؤَيِّدٌ أكثرُ إخلاصًا من عالِمِ الحيوانِ البريطانيِّ **ويليام باتسون،** الذي استخدمَ مَعَ زملائِهِ معادلةَ **مندل** لتطويرِ سلالاتٍ جديدةٍ مِن النباتاتِ والحيواناتِ. وصارتْ عواملُ مندل تُسمَّى باسمٍ جديدٍ، ألا وهو الجيناتُ. وأطلق **باتسون** على هذا المجالِ العلميِّ الجديدِ اسمَ «علمُ الوراثةِ».

آمن **باتسون** بأنَّ العلمَ والحريةَ لا يتجزآنِ، وشكَّلَ ذلك منهجَهُ في إدارةِ مختبرِهِ في معهدِ **جون إينيس** للبستنةِ في ميرتون بجنوبِ لندن، مُتعاونًا مع عالماتٍ مِن كليةِ نيونام بجامعةِ كامبريدج. وعَمِلَ بين أولئكَ النساءِ رجلٌ شابٌّ، وهو عالمُ نباتاتٍ زائرٌ من روسيا حَلَم بعالَمٍ محتملٍ لا يَهْلِكُ فيه أحدٌ مِن الجوعِ وتختفي فيه المجاعاتُ، باستخدامِ العلمِ.



ولِد **نيكولاي إيفانوفيتش فافيلوف** عام 1887 لوالدَيْنِ انتصرا بالفعلِ في صراعِهِما مع الفقرِ. فصار والدُهُ تاجرَ أقمشةٍ ميسورَ الحالِ يملكُ منزلاً أنيقًا في موسكو معزولاً في رفاهيةٍ



فكَّ جريجور مندل - الذي كان أستاذًا بديلاً فاشلاً - الشفرةَ الخفيةَ للوراثةِ عن طريقِ دراسةِ نباتاتِ البازلاءِ.

عن الجفافِ والمجاعاتِ التي ظَلَّت تجتاحُ روسيا. إلا أن **نيكولاي،** الذي كان طفلاً حاذقًا وهو لا يزالُ في الرابعةِ من عمرِهِ، ربما شَهِد أحداثًا مروعةً من نوافذِ منزلِ أسرتِهِ. وربما خلَّفت هذه الصورُ التي تدعو لليأسِ آثارًا مؤلمةً على روحِهِ الغضةِ وحدَّدَتْ مَصِيرَهُ.

حلَّ الشتاءُ مبكرًا في عامِ 1891، فأهلكَ المحاصيلَ. واستمرَّ التجارُ الروسُ الأثرياءُ في تصديرِ الحبوبِ لتحقيقِ الربحِ، حتى معَ تضورِ الملايينِ جوعًا. وكان القيصرُ **ألكسندر الثالث** بطيئًا في استجابتِه لهذا الوضعِ؛ فكان كلُّ ما قدمه لرعاياهُ الجوعَى «خبزَ المجاعاتِ» الذي كان مزيجًا سيئًا من الطحالبِ والأعشابِ واللِّحاءِ وقشرِ الثمارِ. ولعل نيكولاي كان يُلقي بنظرِهِ من نافذةِ منزلِه على أحدِ ميادينِ موسكو عندما كانتْ قواتُ القيصرِ تُوَزِّع أرغفةَ الخبزِ على

المواطنينِ المتجمدينِ من البردِ الذين كانوا يتصارعونَ في بؤسٍ على تلكَ الحصةِ من الطعامِ غيرِ القابلِ للأكلِ. لَقِي نصفُ مليونِ روسيٍّ حتفَهم في ذلكَ الشتاءِ، معظمُهم جرَّاءَ أمراضٍ مهلكةٍ مثلَ الكوليرا التي وَجدت ضحاياها بسهولةٍ بين مَن أهلكَهُم الجوعُ. وفي تلكَ الأثناءِ، ظلَّ الأرستقراطيون والأثرياءُ غيرَ متأثرينَ بكلِّ ذلكَ. فكانوا يَنعمونَ بتناولِ الفراولةِ الطازجةِ من جنوبِ فرنسا والقشدةِ المتخثرةِ من إنجلترا. ويرى الكثيرُ من المؤرخينَ أنَّ هذه المجاعةَ كانت الشرارةَ التي أشعلتِ الفتيلَ الطويلَ الذي أدَّى إلى اندلاعِ الثورةِ الروسيةِ بعد 26 عامًا.

كان **لنيكولاي** ثلاثةُ إخوة، جميعُهم ذوو ميولٍ علميةٍ. فصار أخوهُ **سيرجي** عالمَ فيزياء بارزًا، بينما كانتْ أختُه **ألكسندرا** طبيبةً، ودرستْ أختُه الثالثةُ ليديا علمَ الأحياءِ الدقيقةِ قبلَ أن تموتَ جراءَ إصابتِها بالجُدَري. وتكشفُ إحدى القصصِ عن مرحلةِ مراهقةِ **نيكولاي** وأخيهِ أساليبَهما المختلفةَ في مواجهةِ الصعوباتِ. كان والدُهما قد غضِبَ بشدةٍ منهما لارتكابِهما هفوةً من هفواتِ المراهقةِ. فنزَعَ حِزامه بشكلٍ دراميٍّ واستدعى الصَّبِيَّيْن إلى الدورِ العلويِّ لضربِهما. فحَشَر **سيرجي** بخفةِ يدٍ وسادةً صغيرةً في الجزء الخلفي من سروالِه وهو يصعَدُ السلالمَ. وسمِع **نيكولاي** صرخاتِ أخيه المصطنعةَ، فقفَزَ فوقَ النافذةِ المفتوحةِ بالطابقِ الثالثِ. وعندما اقتربَ منه والدُهُ، صرخ قائلاً: «إذا اقتربتَ أكثرَ، سأقفِزُ!».

بحلولِ عامِ 1911، ومع دخولِ **نيكولاي** مرحلةَ المراهقةِ، كانت روسيا أكبرَ مُصدِّر للحبوبِ في العالمِ على الرغمِ من أن أساليبَها الزراعيةَ كانت عتيقةً. واحتدمتِ المناقشاتُ حولَ كيفيةِ تحديثِ الزراعةِ في البلادِ. وكانت أكاديميةُ بتروفسكي الزراعيةُ هي المكانَ الوحيدَ في روسيا الذي يُمكن أن يأملَ فيه العلماءُ في تحديثِ إنتاجِ الطعامِ مِن خلالِ علمِ الوراثةِ الجديدِ. احترمَ **فافيلوف**، الذي كان في طريقِهِ الآن ليصبحَ عالمَ نباتاتٍ، الخبرةَ الشخصيةَ للفلاحِ، والمعرفةَ المتوارثةَ عبرَ الأجيالِ. فأرادَ تسليحَ الفلاحِ بالقوى التنبُّئِيَّةِ للعلمِ. فلم يكنْ بإمكانِ الفلاحِ التنبؤُ

بالصفاتِ التي ستسودُ، وتلك التي ستَتَنَحَّى. وإنما كان الفلاحُ يلعبُ لعبةَ الحظِّ في الزراعة، ومن ثَمَّ لم يكنْ نجاحُه مضمونًا.

بيدَ أنَّ معادلاتِ مندل أتاحَتْ له معرفةَ الاحتمالاتِ، أي معرفةَ الطريقة التى تمكِّنه من تحقيقِ الهدفِ. فمنذُ اللحظةِ التي عبَّر فيها **مندلُ** عن أفكارِهِ حسابيًّا، صارتِ الزراعةُ علمًا. وآمنَ **فافيلوف** بقوةٍ بأنَّ النهجَ العلميَّ يقدِّم الأملَ الوحيدَ لتغذيةِ العالمِ بفاعليةٍ. وتذكَّر بعضٌ من زملائِهِ الطلبةِ في أكاديميةِ بتروفسكي الزراعيةِ بعد سنواتٍ أنه كانَ يتحمَّسُ للغايةِ في أثناءِ المحادثاتِ التي كانتْ تدورُ بينهم في استراحةِ الغداءِ، لدرجةِ أنه كانَ يأكلُ الحَلْوى في بدايةِ الوجبةِ أو يُمسك بحنانٍ سحليتَهُ الأليفةَ عندما كانَتْ تخرجُ من جيبِ سترتِهِ الداخليّ، وتبدأُ في الصعودِ على عنقِهِ ببطءٍ. فكان يلفُّ السحليةَ برفقٍ في منديلِهِ ويُعيدها إلى جيبِهِ، دونَ أن يُشَتِّتَه ذلكَ عن المحادثةِ.



في تلكَ الفترةِ من تكوينِ شخصيةِ **فافيلوف** كعالمٍ، كان لا يزالُ بعضٌ من أعضاءِ هيئةِ التدريسِ متمسكينَ بأفكارِ عالِمِ الأحياءِ المحاربِ البطوليِّ الرائدِ الذي عاشَ في القرنِ الثامنَ عَشَرَ، **جان بابتيست لامارك**. وقد يكونُ التاريخُ قاسيًا للغايةِ بشأنِ مَن يختارُ تذكُّرَهُ والطريقةِ التي يتذكرُه بها. حظيَ **لامارك** المسكينُ بشهرةٍ واسعةٍ بسببِ خطأٍ ارتكبَهُ أكثرَ مما حَظِي به جراءَ كلِّ المساهماتِ المهمةِ التي قَدَّمَها في علمِ الأحياءِ وبطولتِهِ المميزةِ، بينما كان لا يزالُ مراهقًا.

عندما تُوفي والد **لامارك** عام 1760، اشترى الابنُ حِصانًا، وانطلقَ به عبرَ فرنسا للانضمامِ إلى الجيشِ في معركتِهِ ضدَّ أهالي بروسيا فيما يُعرَف الآنَ بألمانيا. وحقَّقَ شهرةً بسببِ إبدائِهِ شجاعةً استثنائيةً في أرضِ المعركةِ، لكنَّه تعرَّضَ في النهايةِ لإصابةٍ أنهَتْ مسيرتَهُ المهنيةَ

كجنديٍّ في أثناءِ مزاحٍ خَشِنٍ مع أحدِ رفاقِهِ. وفي أثناءَ تماثلِهِ للشفاءِ في موناكو، قرأ مصادفةً كتابًا عن علمِ النباتِ؛ فاكتشفَ آنذاكَ شغفَهُ الحقيقيَّ.

كان **لامارك** أحدَ أوائلِ مَن آمنوا بأنَّ الحياةَ تطوَّرَت وفقًا لقوانينَ طبيعيةٍ يُمكن معرفتُها. كما قامَ بتسميةِ آلافِ النباتاتِ والحيواناتِ وصنَّفها في كتابِ الحياةِ العلميِّ. ووَضَعَ نهايةً للمفهومِ الخاطئِ القديمِ بشأنِ انتماءِ الحشراتِ والعناكبِ للفصيلةِ نفسِها، وابتكرَ مصطلحَ «اللافقاريات». وشكَّلت مساهمةُ لامارك - وهو أحدُ الشخصياتِ الشهيرةِ في تاريخِ العلمِ - حلقةَ وصلٍ بالغةَ الأهميةِ بَينَ محبِّي الغموضِ الذين سَبَقُوه ومُزيلي الغموضِ عن الطبيعةِ. وتحظَى بعضٌ من أفكاره على التقديرِ طوالَ الوقتِ، إلا أنَّ تذكُّره يستحضِرُ للأذهانِ فكرةً خاطئةً كانَ قد أعلَنها، مفادُها أنَّ النباتاتِ والحيواناتِ يمكنُها اكتسابُ خصائصَ معينةٍ في أثناءِ حياتِها ثم نقلُها إلى نسلِها. ووفقًا لهذا الرأيِ، تمدُّ الزرافاتُ أعناقَها للوصولِ إلى ارتفاعاتٍ أعلى مِن الأشجارِ، فترثُ الأجيالُ التاليةُ أعناقًا أطولَ.

وضعَ **لامارك** و**داروين** و**مندل** الأساسَ لاكتشافِ الجيناتِ، وهي الوسيلةُ الخفيةُ لنقلِ رسائلِ الحياةِ وأخطائِها. وحلمَ **فافيلوف** بالبناءِ على أبحاثِ هؤلاءِ العلماءِ لتشكيلِ مستقبلِ محاصيلِ الغذاءِ الأساسيةِ، مثل القمحِ والأرزِ والفولِ السودانيِّ والبطاطسِ. فعَمِل، برفقةِ **باتسون** وآخرين، بحماسٍ شديدٍ لتطبيقِ هذه المعرفةِ الجديدةِ لحلِّ المشكلاتِ التي أصابَتِ البشرَ منذ عهدِ مدينة أريحا. فكانوا يُؤَسِّسُون بذلكَ مجالَ علمِ الوراثةِ.

وعندما اندلعتِ الحربُ العالميةُ الأولى في عام 1914، عاد **فافيلوف** وعروسُه، **كاتيا سخاروفا**، إلى روسيا. وكان زواجُهما يُعاني مشكلاتٍ بالفعلِ عندما أُرسِل **فافيلوف** إلى الجبهةِ الإيرانيةِ لحلِّ لغزٍ معينٍ. كانَ الجنودُ يتصرَّفُون بغرابةٍ على تلكَ الجبهةِ؛ إذ كانوا يترنَّحُون من الدوارِ، وكانت رءُوسهم مشوشةً بطريقةٍ حالتْ دونَ تفكيرِهم بوضوحٍ. فاستنتجَ **فافيلوف** أنَّ هذهِ الأعراضَ نجَمَتْ عن فطرٍ موجودٍ بالقمحِ المُستخدَم لصناعةِ الخبزِ الذي كانوا يأكلونه. وبحلِّه

هذا اللغزَ، أُتيحت له حريةُ جمعِ عيناتٍ مِن النباتاتِ المحليةِ بينما كان رصاصُ القواتِ يتراشَقُ من حولِهِ. وعندما تقدَّمَتِ القواتُ التركيةُ بمدفعيةٍ خفيفةٍ، وَضَع **فافيلوف** عيناتِ النباتاتِ في مربعاتٍ منمقةٍ من الورقِ المشمعِ الرقيقِ، وطواها بعنايةٍ ووضَعَها في جيبِ سترتِهِ الداخليّ. وكانت هذه العيناتُ من بينِ أَوَّلِ العناصرِ التي ستَصِيرُ بعدَ ذلكَ أكبرَ مجموعةٍ نباتيةٍ في العالمِ. واتضح أن ذلك الهدوءَ الصامدَ في مواجهةِ الموتِ سمةٌ رافقتْ فافيلوف طوالَ حياتِهِ، فجعلَتْه يبدو إنسانًا خارقًا بينما كان الجميعُ يَفزعون من حولِهِ.

في عامِ 1918، أنجبتْ **كاتيا** ابنَهُما، أوليج، لكن سرعانَ ما انتهى زواجُهما. وكتبَ **فافيلوف** لأحدِ زملائِه خطابًا أوضحَ فيه شغفَه الحقيقيَّ، فقالَ له: «إنَّ لديَّ إيمانًا عميقًا حقًّا بالعلمِ؛ إنَّه حياتِي وهدفِي في هذهِ الحياةِ. ولن أترددَ للتضحيةِ بحياتي من أجلِ أقلِّ قدرٍ مِن العلمِ».

عندما تحوَّلَتِ المشاركةُ الروسيةُ في الحربِ إلى الثورةِ الروسيةِ عامَ 1917، كرَّس **فافيلوف** بحماسٍ كلَّ ما يملِكُ لخدمتِها. فرأى في الثورةِ فرصةً لتمكينِ الجميعِ من الحصولِ على تعليمٍ، لا يقتصرُ على أطفالِ الأثرياءِ فقط، حيثُ يتمكنُ أيُّ شخصٍ من أن يصبحَ عالِمًا. ورحَّبَ **فافيلوف** بهذا الجيشِ المحرَّرِ حديثًا من المواهبِ العلميةِ، الذي انضمَّ بعضُ جنودِهِ له في مهماتِهِ البحثيةِ. لقد أراد تتبعَ سلالةِ المحاصيلِ الغذائيةِ الحديثةِ وصولاً إلى الوقتِ الذي كانتْ فيه بريةً، وإلى الحدائقِ الوعرةِ القصيةِ التي زُرِعت فيها هذه المحاصيلُ عن قصدٍ للمرةِ الأولى.

وفي عام 1920، في مؤتمرِ عمومِ روسيا لمربّي النباتاتِ بساراتوف، حقَّق **فافيلوف** شهرتَه العلميةَ عندما اقترحَ قانونًا جديدًا للطبيعةِ. ففي ورقتِهِ البحثيةِ «قانونِ السلسلةِ المتماثلةِ في التباين الوراثيّ»، أوضحَ أنَّ الجيناتِ المتماثلةَ تُؤدي الوظائفَ نفسَها في أنواعٍ مختلفةٍ مِن النباتاتِ. فعندما يكونُ لنوعَيْنِ مختلفَيْنِ تمامًا من النباتاتِ أوراقٌ متشابهةٌ في شكلِها، فإنَّ هذا الشكلَ يَنتُجُ عن الجينِ المشتركِ نفسِه من سلفٍ مشتركٍ. ولفهمِ التطورِ وتوجيهِ استيلادِ النباتاتِ علميًّا، كانَ

من الضروريِّ الذهابُ إلى أقدمِ الدولِ الزراعيةِ فربما تكون الأسلافُ المشتركةُ للنباتاتِ باقيةً على قيدِ الحياةِ.

كان **فافيلوف** من أوائلِ مَن أدركوا الأهميةَ الجوهريةَ للتنوُّع الحيويِّ. فعَلِمَ أنَّ كلَّ شتلةٍ تحتوي على رسالةٍ فريدةٍ خاصةٍ بها. اختلفتِ المكوناتُ، لكن الرسائلَ كلَّها كانتْ مكتوبةً بلغةٍ غامضةٍ، وهي اللغةُ التي ستُفَكُّ رموزُها بعدَ ذلكَ الحينِ بعقودٍ. أرادَ **فافيلوف** الحفاظَ على كلِّ عبارةٍ من عباراتِ كتابِ الحياةِ القديمِ لضمانِ انتقالِها الآمنِ إلى المستقبلِ. ولتحقيقِ هذهِ الغايةِ، قدَّم **فافيلوف** مفهومًا جديدًا تمامًا، وهو إنشاءُ بنكِ بذورٍ عالميٍّ كانَ يأملُ في ألا يتأثَّرَ بالحروبِ والكوارثِ الطبيعيةِ. وكان هناكَ أساسٌ علميٌّ لذلك الهدفِ الإنسانيِّ، وهو أنه إذا تمكَّنَ الإنسانُ من العثورِ على أولى العيناتِ الحيةِ من النباتاتِ التي يأكلُها، فقد يتمكَّنُ من تحليلِ عباراتِها وفكِّ شفرةِ لغةِ الحياةِ. وقد يتمكَّنُ كذلكَ مِن معرفةِ كيفَ تغيَّرت بمرورِ الزمنِ. وهكذا فإن فكَّ شفرةِ لغةِ الحياةِ قد يُمكِّنُ الإنسانَ من كتابةِ رسائلَ جديدةٍ لزراعةِ غذاءٍ حصينٍ ضد الأمراضِ والفطرياتِ والحشراتِ، ومقاومٍ للجفافِ.

لذا، أصبحَ **فافيلوف** صائدًا للنباتاتِ. وسافرَ حولَ العالمِ ليُحَدِّدَ أولَ الأماكنِ على سطحِ الأرضِ التي تحمِلُ بذورَ أنواعٍ مفيدةٍ مِن الناحيةِ الاقتصاديةِ، ويجمعُ عيناتٍ من أجلِ بنكِ البذورِ. فسافرَ إلى بقاعٍ قصيةٍ في القاراتِ الخمسِ، مغامرًا بالارتحالِ إلى أماكنَ لم يجرؤْ عالمٌ من قبلِهِ على الذهابِ إليها. وقد كان متشككًا في النظريةِ السائدةِ القائلةِ بأن البشرَ اخترعوا الزراعةَ في دلتا الأنهارِ. فبدا من المستبعدِ في نظرِهِ أنْ يكونَ المزارعونَ الأوائلُ قد أقاموا حقولَهم في مفترقِ طرقٍ يمرُّ عليها الأعدادُ الكبيرةُ من البشرِ الذين عاشُوا في تلكَ الدلتا. واستنتجَ أن المعاقلَ الجبليةَ النائيةَ كانت أكثرَ أمانًا لإقامةِ المزارعِ، بعيدًا عن السلبِ العابرِ لها ممن يمرونَ بها.



إنَّ عيناتِ الدوسرِ الركبي - وهو نباتٌ بريٌّ من فصيلة قمحِ الخبزِ - التي لا تزالُ محفوظةً في معهدِ فافيلوف حتى يومِنا هذا، تُوَضِّحُ كيفَ صنَّف نيكولاي فافيلوف وزملاؤُه من علماءِ النباتِ بذورَ النباتاتِ وسيقانَها وأوراقَها من أجلِ الأجيالِ القادمةِ.

وبينما كان يجري **فافيلوف** أبحاثَه، أسَّسَ 400 معهدٍ علميٍّ في الاتحادِ السوفيتيِّ حيثُ أصبحَ أبناءُ الفلاحين والعمَّالِ علماءَ. ونَضَجَ العديدُ منهم ليصيروا أقربَ زملائِهِ العِلْمِيّين، والذين نَهَجوا نهجَهُ حتى في الاستشهادِ.

في عام 1926، سافرَ **فافيلوف** إلى أديس أبابا، وانتظرَ هناكَ للحصولِ على تصريحٍ لدخولِ إثيوبيا. واندهشَ عندَ تلقِّيه دعوةً من الوصيِّ على العرشِ والإمبراطورِ المستقبليِّ للبلادِ، **راستافاري**، الذي سيعرفُه العالمُ لاحقًا باسمِ **هيلا سيلاسي**. كتَبَ في مذكراتِهِ عن تناولِهما العشاءَ مساءً وحدَهما، وكان كلاهما يعرِفُ اللغةَ الفرنسيةَ، وبالتالي لم يكونا بحاجةٍ إلى مترجمٍ. أرادَ **سيلاسي** أن يعرِفَ كلَّ شيءٍ عن روسيا وثورتِها، فأخبره فافيلوف بموتِ **لينين** وتولِّي **جوزيف**

ستالين السلطةَ. وأخبرَهُ كيفَ أدّى السطوُ المسلَّحُ لستالين على أحدِ البنوك في تبليسي إلى جمعِ ثلاثةِ ملايينِ دولارٍ مِن أجلِ الثورةِ، وجعلَهُ ذلك بطلاً شعبيًّا في روسيا قبل ذلكَ الحين بعشرينَ عامًا. ومنحَ **راستافاري فافيلوف** تصريحًا بالتجولِ بحريةٍ في جميعِ أنحاءِ البلادِ، حيث اكتشفَ النبتةَ الأمَّ للبُنِّ، وكان ذلك شيئًا رائعًا للغاية.

بينما كان فافيلوف مُخيمًا على ضفةِ نهرِ تكازي، دوَّن مذكراتِه على ضوءِ مصباحٍ متقطعٍ. كان ذلكَ دورَه في الحراسةِ طوالَ الليلِ، فجلسَ في خيمتِهِ، وقد أفاقَ نفسَه بتناولِ الكافيين، واحتضنَ بندقيته، بينما غطَّ رجالُه في نومٍ عميقٍ. كان بإمكانِهِ سماعُ أصواتِ النمورِ في الليلِ، لكن ذلك لم يُزْعِجْه. بعد ذلكَ، لاحَظَ في عتمةِ الليلِ أنَّ الأرضَ بأكملِها تحتَ الخيمةِ بدَتْ وكأنَّهَا تتحرَّكُ. بدأَ رجالُه في الهياجِ والصراخِ؛ فقد كانَتْ ثمةَ عناكبُ و عقاربُ سوداءُ سامةٌ وضخمةٌ تزحَفُ على الأرضِ! وبسرعةٍ بديهةٍ، نقلَ **فافيلوف** مصباحَهُ إلى خارجِ الخيمةِ فاتبَعت الحشراتُ الضوءَ.

في حادثٍ آخرَ، تحطَّمَتِ الطائرةُ التي كانَتْ تُقِلُّه عبرَ الصحراءِ الكبرى. وعندما زَحَفَ هو والطيَّار إلى خارجِ الحطامِ، أحاط بهما على الفورِ قطيعٌ من الأسودِ الجائعةِ. ودَافَعَا عن أنفسهما باستخدام الحطامِ الناجمِ عن الاصطدامِ حتى يصلَ مَن يستطيعُ إنقاذَهما.

كان **فافيلوف** كذلكَ أولَ أوروبيٍّ في العصرِ الحديثِ يخوضُ - دونَ خرائطَ أو معرفة بالطرقِ - غمارَ المناطقِ الجبليةِ في أفغانستان التي انتشرتْ فيها الصراعاتُ القبليةُ وغيرُها من الأخطارِ الأخرى. وفي الصينِ، عَثَر **فافيلوف** على بذورٍ من نباتِ الخشخاشِ وأشجارِ الكافورِ وقصبِ السكرِ. وفي اليابانِ، حَصَلَ على بذورِ الشايِ والأرزِ والفجلِ، إلى جانبِ العديدِ من أنواعِ فول الصويا والأرزِ المتنوعةِ من كوريا، والشوفانِ من جبالِ إسبانيا، والبابايا والمانجو والبرتقالِ والكاكاو من البرازيلِ، والكينا من جاوة، والقطيفةِ والبطاطا الحلوةِ والكاجو والفاصوليا البيضاءِ

والذرةِ من أمريكا الوسطى والجنوبيةِ. فجمع **فافيلوف** أكثرَ مِن 250 ألفَ نوعٍ مختلِفٍ من البذورِ.

كان **فافيلوف** من أوائلِ مَن حازوا جائزةَ لينين - التي كانَتْ حديثةَ العهدِ آنذاك - في عام 1926. وفي العامِ نفسِه طلَّقَ زوجتَهُ، وتزوَّج عرفيًّا من زميلةٍ له هي إيلينا بارولينا، وهو الزواجُ الذي دامَ حتى نهايةِ عمرِهِ. كانتْ شهرتُه آنذاك كمستكشفٍ ومغامرٍ لا تَقِلُّ عظمةً عن شهرتِهِ العلميةِ، لكنَّه ظلَّ متواضعًا. فكانَ يقولُ: «أنا لستُ مميزًا؛ وإنما أخي الفيزيائيُّ، **سيرجي،** هو العبقريُّ».

لكنْ من بين الشبابِ الذين أنقذَتْهُمُ الثورةُ من سجنِ الطبقيةِ وحياةِ المشقةِ، جاءَ الشخصُ الذي سيحطِّمُ **فافيلوف** ويدمِّرُ علمَ الأحياءِ الروسيَّ لأربعةِ عقودٍ.



في أغسطس من عام 1927، كتبَ مراسلٌ من «Pravda»، الجريدةِ الرسميةِ للحزبِ الشيوعيِّ، مقالاً عن مُزارعٍ للبازلاءِ يبلُغُ من العمرِ 29 عامًا في أذربيجان تَحمَّل محصولُه من البازلاءِ شتاءَ روسيا. لم يكنْ هذا الشخصُ عالِمًا، وإنما كان مزارعًا. ولم يتعلَّم ذلك المزارعُ - الذي وِلد لأسرةٍ مِن المزارعينَ في بولتافا بأوكرانيا - القراءةَ والكتابةَ حتى بلغَ من العمرِ 13 عامًا. كان **تروفيم دينيسوفيتش ليسينكو** «عالِمًا حافيَ القدمينِ»، مثلما وصفَهُ المقالُ. ولم يُضِعْ وقتَهُ في الالتحاقِ بالجامعةِ و«دراسةِ أرجلِ الحشراتِ الْمُشعرة» تحتَ المجهرِ.

بدا الظهورُ الأولُ **لليسينكو** - شأنُه شأنُ أيِّ جائحةٍ تفتِكُ بأيِّ كائنٍ حيٍّ في طريقِها - بسيطًا ولا ضررَ منه. بيدَ أنه كانَ الطلقةَ الأولى في حربٍ حتى الموتِ ضدَّ **فافيلوف** وسعيِه للقضاءِ على الجوعِ. فأعادَ **ليسينكو** الحياةَ لفكرةِ **لامارك** المنبوذةِ التي تقولُ إنَّ الخصائصَ المكتسبةَ تنتقِلُ من جيلٍ إلى جيلٍ. لقد حملَ علمُ الوراثةِ وعدًا بإمكانيةِ أن تؤديَ أجيالٌ من التهجينِ إلى أنواعٍ

متعددةٍ من المحاصيلِ الغذائيةِ يُمكنُها الصمودُ أمامَ فصولِ الشتاءِ القارسِ والكثيرِ من التهديداتِ الأخرى التي تفرِضُها الطبيعةُ، لكن مذهبَ **لامارك** قدَّم شكلاً من الإشباعِ أكثرَ فوريةً بكثيرٍ من علمِ الوراثةِ. فما على المرءِ سوى نقعِ بذورِ البازلاءِ أو القمحِ في ماءٍ مثلَّجٍ حتى يقاومَ نسلُ هذه النباتاتِ البردَ. وهذه العمليةُ، التي تُعرَفُ باسم التجميدِ التنشيطيِّ، لو كانتْ حقيقيةً لأصبحتِ الترياقَ لظاهرةِ انعدامِ الأمنِ الغذائيِّ المزمِنِ الذي عانَى منه الاتحادُ السوفيتيُّ. وكان وعدُ الحصولِ على بازلاءَ خضراءَ طازجةٍ في الشتاءِ لا يُقاوَمُ لدولةٍ وقفت مجددًا على أعتابِ ما سيُصْبِحُ من أشدِّ المجاعاتِ قسوةً في التاريخِ. لكنَّ العداءَ ضدَّ العلمِ وتبنِّي أكذوبةِ التجميدِ التنشيطيِّ في الزراعةِ هما جرحانِ أصابَ الاتحادُ السوفيتيُّ نفسَه بهما، وهو ما أضعفَ قدرتَهُ على تغذيةِ نفسِه. أما الجرحُ الثالثُ، فكانَ الأكثرَ فتكًا.



نيكولاي فافيلوف، الجامعُ الجسورُ لعيناتِ النباتاتِ من القاراتِ الخمسِ.


В НАШЕМ КОЛХОЗЕ
НЕТ МЕСТА
ПОПАМ и КУЛАКАМ

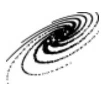
«لا مكانَ في مزرعتِنا الجماعيةِ للكهنةِ أو الكولاك». هذه هي العبارةُ المكتوبةُ على هذا الملصقِ السوفيتيِّ، الذي يعودُ إلى عامِ 1930، وتحكُمُ على الكولاك - المزارعينَ ميسوري الحالِ - بأنهم أعداءُ البروليتاريا (الطبقة الكادحة).

قبلَ ذلكَ الحينِ بنحوِ سبعةِ عقودٍ، حصلَ الأقنانُ - وهم مزارعون كانوا ملكًا لسادتِهم بموجبِ عقودٍ تمنعُهم حتى من حقِّهم في الزواجِ إلاَّ بإذنِ سيدِهم - على حريتِهم من القيصرِ ألكسندر الثاني. وأدى إعتاقُهم في عامِ 1861 إلى تكوينِ طبقةٍ مِن الفلاحينَ الأثرياءِ نسبيًّا يُسَمَّون الكولاك. وعندما اندلعتِ الثورةُ الروسيةُ في عامِ 1917، حاربَ الكولاك ومواطنونَ آخرونَ غيرهم بقوةٍ على مدى خمسةِ أعوامٍ لتأسيسِ جمهوريةٍ شعبيةٍ أوكرانيةٍ مستقلةٍ حتى وصلوا إلى مرحلةٍ لم يَعُدْ بإمكانِهم المحاربةُ فيها، وذلك عندما ضُمت أوكرانيا إلى اتحادِ الجمهورياتِ السوفيتيةِ الاشتراكيةِ. ولم يكُنْ من الممكنِ السماحُ لهذه النزعاتِ المعارضةِ بالإفلاتِ من العقابِ؛ خشيةَ أن تنتشِرَ.

انتظرَ **ستالين** سنوحَ الفرصةِ له لتوجيهِ ضربةٍ قاصمةٍ لأكبرِ منطقةٍ منتجةٍ للغذاءِ في الاتحادِ السوفيتيِّ. ففي عامِ 1929، أمرَ بإخراجِ الكولاك بالقوةِ من مزارعِهم المنتجةِ لإدخالِهم في تجمعاتٍ زراعيةٍ ذاتِ طابعٍ صناعيٍّ. كان هدفُه المعلنُ هو تحديثَ الزراعةِ السوفيتيةِ، لكنَّ ما فعله جَلَبَ الموتَ والمعاناةَ الجماعيةَ إلى أوكرانيا. ويُعرَفُ ذلك بالهولدومور، أي «القتلُ بالتجويعِ». قضى **ستالين** - أولاً - على المفكرينَ والنشطاءِ السياسيينَ في المنطقةِ، ثم أمرَ بتصفيةِ الكولاك كطبقةٍ اجتماعيةٍ ومُصادَرَةِ أراضيهم ومحاصيلِهم وحيواناتِهم.

كانت هذه المأساةُ الكبرى بمثابةِ الفرصةِ **لليسينكو**؛ إذ سمحتْ له بالبدءِ في الهمسِ في أُذنِ **ستالين**، مثل **إياجو** في مسرحيةِ **عطيل**، بخيانةِ **فافيلوف** الوهميةِ، وبالخطرِ الذي يشكلُه المجتمعُ العلميُّ، وبما يقدِّمُه هو من حلٍّ شافٍ للمجاعةِ في الاتحادِ السوفيتيِّ. وتلاءم تعطُّشُ **ليسينكو** للمكانةِ واستعدادُه للخداعِ والتملُّقِ تلاؤمًا مثاليًّا مع جنونِ العظمةِ الذي أصيبَ به **ستالين**.

في تلكَ الأثناءِ، كان **فافيلوف** يبحَثُ عن جنةِ عدنٍ في آسيا الوسطى دونَ أدنَى فكرةٍ عما يُدبر له؛ إذ كانَ قد اكتشفَ أنَّ أولَ ثمارِ التفاحِ قد نَمَت هناكَ. وكانتْ لينينجراد التي عادَ إليهاعام 1932 بعيدةً كلَّ البعدِ عن جنةِ عدن. كانتْ مدينةً مختلفةً، على وشكِ الوقوعِ في براثنِ المجاعةِ. حلَّ فيها الفزعُ واليأسُ محلَّ التفاؤلِ المبهجِ الذي جَلَبَتْه الثورةُ. وبدا السائرونَ في شوارِعِها منهكينَ ورِثاثَ الهيئةِ، حتى إن أحدَهم ما كان ليُلاَحِظَ جثةَ شخصٍ ميتٍ على الرصيفِ.



على الأرجح، كان مصيرُ **فافيلوف** قد نوقِشَ بالفعلِ كثيرًا في الكرملين، لكنَّهُ قد تحدَّدَ بالفعلِ بعد حادثٍ تطلَّب اجتماعَ عددٍ لا يُحصَى من الأسبابِ التافهةِ معًا ممَّا تسبَّب في خلقِ لحظةٍ حاسمةٍ ومصيريةٍ في حياتِه.

تَوَجَّه **فافيلوف** العائدُ لتوّهِ من إحدى رحلاتِهِ الاستكشافيةِ إلى الكرملين لتقديمِ تقريرٍ مختصرٍ عن رحلتهِ. كان شعارُهُ هو «قليلٌ من الوقتِ المتاحِ، كثيرٌ من المهامِّ المراد تَنفيذهَا»، وفي ذلكَ اليومِ انطلَقَ مسرعًا في أروقةِ الكرملين بحقيبتِهِ المكتظةِ بالأوراقِ والتقاريرِ عن الزراعةِ في الأممِ التي زارَها. وبينما كان يستديرُ في أحدِ أركانِ الأروقةِ بكاملِ سرعتِهِ، جاء رجلٌ آخرُ مندفعًا في اللحظةِ ذاتِها إلى الركنِ ذاتِه من الاتجاهِ المعاكسِ. وكان الاصطدامُ بينهما قويًّا لدرجةِ أنه أوقعَ كِلَيْهما أرضًا. تطايرتْ أوراقُ **فافيلوف** من حقيبتِهِ، وكانَ أولُ شيءٍ لاحظَهُ هو الخوفَ الجَلِيَّ في وجهِ الرجلِ الآخرِ. وأدركَ **فافيلوف** على الفورِ أنَّ ذلكَ المنظرَ لا يمكنُ لأحدٍ رؤيتُه والبقاءُ حيًّا طويلاً. لقد كانَ هذا الرجلُ هو **ستالين**.

لم يكنْ **فافيلوف** يعرفُ أنَّ هذا الديكتاتورَ كان يخافُ دائمًا من التعرضِ للاغتيالِ. فكانَ أولُ شيءٍ خَطَرَ على بالِ **ستالين** في لحظةِ الاصطدامِ هو أنَّهُ قد حانَتِ اللحظةُ أخيرًا للنهايةِ القاسيةِ

التي جعَل عددًا لا يُحصى من الآخرين يُوَاجِهُونها. واعتقدَ أنَّ الحقيبةَ لا بدَّ أنها تحتوي على قنبلةٍ. لكن مَن اصطدمَ به كان **فافيلوف**؛ ذلك العالمُ الأخرقُ واسعُ الاطلاعِ، الذي رأى الآنَ خوفَ **ستالين**، فتَحَدَّدَ مصيرُهُ.

لاحظَ أصدقاءُ **فافيلوف** تغيرًا في مزاجِهِ على الفورِ بعدَ ذلكَ الاصطدامِ المشئومِ، وزادت سرعةُ جهودِهِ. فمع صعودِ نجم **ليسينكو** والعلمِ الزائفِ وتدمير مصدرِ غذاءِ الاتحادِ السوفيتيِّ، عَمِل **فافيلوف** بقدرٍ أكبرَ مِن الاستعجالِ لتطويرِ سلالةٍ مِن القمحِ يُمكنها الصمودُ أمامَ شتاءِ روسيا.

كانتِ البطاقاتُ الملونةُ المختلفةُ المنتشرةُ في حقولِ القمحِ والشعيرِ في مركزِ أبحاثِ بافلوفسك تُرفرف في الهواءِ كالخشخاش، بينما كان يراقبُ **فافيلوف** كلَّ نباتٍ بعنايةٍ. فاستغلتْ زميلتُه **ليليا** رودينا تلكَ اللحظةَ النادرةَ من الابتعادِ عن المراقبةِ لترجوه أن يتخلَّى عن تجاربِهِ في علمِ الوراثةِ. وأخبرَتْه بأن **ليسينكو** استغلَّ كلَّ فرصةٍ ممكنةٍ لإلقاءِ اللومِ على **فافيلوف** فيما يخصُّ المجاعةَ.

لكن **فافيلوف** لم يَكُنْ ليقبلَ بأيٍّ من ذلك. فقال لها إنَّ عليهم مواصلةَ عملِهم، بصرفِ النظرِ عما قد يحدُثُ. وينبغي عليهم الإسراعُ، والكدُّ في العملِ، والاحتفاظُ بملاحظاتٍ دقيقةٍ لنتائِجِهم، مثلما فَعَلَ بطلُه **مايكل فاراداي**. وأضاف **فافيلوف** أنَّه في حالِ اختفائِهِ، عليها أن تحلَّ محلَّه. فالشيءُ الوحيدُ الذي يُهِمُّ هو التوصلُ إلى نتائجَ علميةٍ صحيحةٍ. كانَ ذلكَ هو الأملَ الوحيدَ لإنهاءِ المجاعةِ، وغيرِها من المجاعاتِ الأخرى التاليةِ.

فقالت له: «يا رفيق، سيعتقلونَك**!**».

وكان ردُّه: «إذن يجدُرَ بنا الإسراعُ في العملِ».

عيَّن **ستالين ليسينكو** في أرقى مكانةٍ بسلمِ السلطةِ السوفيتيةِ؛ إذ مَنَحَه عضويةَ اللجنةِ المركزيةِ للحزبِ الشيوعيِّ، حيث انضمَّ لأشدِّ مناصري **ستالين** وأكثرهم دمويةً، وهما **فياتشيسلاف مولوتوف ولافرينتي بيريا**. وواصلَ **ليسينكو** حملتَه لإثارةِ ستالين ضدَّ **فافيلوف** بقولِه إنَّ هراءَ **فافيلوف** العلميَّ القائمَ على الادعاءِ يدمِّرُ الزراعةَ السوفيتيةَ، ويُعَرِّضُ سلطةَ **ستالين** للخطرِ. ومن المؤلمِ قراءةُ محضرِ اجتماعِ لجنةِ المعهدِ السوفيتيِّ لاستيلادِ النباتاتِ الذي كُشِفَ عنه في الملفِّ الخاصِّ **بفافليوف** بالاستخباراتِ السوفيتيةِ وتَرْجَمَه **مارك بوبوفسكي**. فصوَّرَ المحضرُ بوضوحٍ كبيرٍ كيفَ لا يمكنُ لشخصٍ ملتزمٍ بالحقائقِ أن يطمحَ في التغلبِ على غوغائيٍّ محرِّضٍ في ساحةِ المعركةِ.

طلبَتِ اللجنةُ تقريرًا من **فافيلوف** يوضِّحُ فيه تقدُّمَ أبحاثِهِ. بدا **فافيلوف** منهكًا وواهنَ العزيمةِ عندما بدأَ عرضَه. فلم يكنْ لديه عنوانٌ مُشجع للأمةِ الجائعةِ. ودون أيِّ خداعٍ أو وعدٍ زائفٍ، عبَّر **فافيلوف** عن أسفِهِ في تقريرٍ متواضعٍ، لكنَّه دقيقٌ على نحوٍ يخلو من الأخطاءِ، أنَّ علماءَ الكيمياءِ الحيويةِ في معهدِهِ لا يزالونَ غيرَ قادرينَ على التمييزِ بينَ العدسِ والبازلاءِ بتحليلِ البروتيناتِ بهما.



تروفيم ليسينكو، على اليمينِ، يقيسُ القمحَ في مزرعةٍ جماعيةٍ سوفيتية بالقربِ من مدينة أوديسا بأوكرانيا لدعمِ دعواتِهِ العلميةِ الزائفةِ باستخدامِ التجميد التنشيطي عن طريقِ نقعِ البذورِ

في الماءِ المثلَّجِ لمنحِ ما تُنْتِجُه من نباتاتٍ القدرةَ على تحملِ الشتاءِ القارسِ البرودةِ.

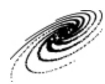
كَمِ ابتهج **ليسينكو** وهو يرى العالمَ العظيمَ يعرِّض نفسَه للهزيمةِ العلنيةِ**!** فلَمْ ينهَضْ **ليسينكو** حتى عن مقعدِهِ ليتحدَّثَ، واكتفى بقولِهِ: «أعتقِدُ أنَّ أيَّ شخصٍ يتذوَّقُ العدسَ والبازلاءَ يُمكنه التفريقُ بينهما».

وقَفَ **فافيلوف** على المنصةِ رابطَ الجأشِ ومؤمنًا كعادتِه - كما ينصُّ العلمُ - بأنَّ الحجةَ الأقوَى هيَ التي ستفوزُ حتمًا. فشرحَ **لليسينكو** وجمعِ الحاضرينَ ما يقصدِهُ قائلاً: «يا رفيق، لا يُمكنُنا التمييزُ بينهما كيميائيًّا».

عَلِم **ليسينكو** أنه قد نالَ من غريمِهِ، وحانَتْ لحظةُ الانقضاضِ عليه، فقالَ: «وما المغزَى من التمكنِ من التمييزِ بينهما كيميائيًّا..؟». ووقَفَ واستدارَ بصورةٍ مسرحيةٍ ليواجِهَ جميعَ أركانِ القاعةِ الكبيرةِ، وأضافَ: «...إذا كان بإمكانِكَ تذوُّقُهما». فصفَّقَ له الجميعُ.

لقد كان الفوضويُّ يجني ثمارَ الحقدِ الموجودِ في النفوسِ، فصارَ بإمكانِ كلِّ مسئولٍ صغيرٍ سبقَ له أن شعَرَ بالخوفِ من عالمٍ، أو تحيَّرَ من المصطلحاتِ التي يستخدِمُها العلماءُ، أن يشعرَ بالتفوقِ على عالمٍ ومغامرٍ مشهورٍ عالميًّا له أعصابٌ مِن فولاذٍ، بل السُّخريةِ منهُ أيضًا.

افترضَ **ليسينكو** أنه قَد انتهى من معركتِهِ مع فافيلوف، وطلَبَ من ستالين القبضَ على **فافيلوف** لتُجهِزَ عليه الشرطةُ. إلا أن **ستالين** خَشِي من ألا يمرَّ اختفاءُ **فافيلوف** مرورَ الكرامِ، فقد كان المجتمعُ العلميُّ العالميُّ معجبًا بأفكارِه وشجاعتِه. وكان ذلكَ المجتمعُ على استعدادٍ لنقلِ المؤتمر الدولي لعلم الوراثة إلى موسكو حين لم يسمح **ستالين لفافيلوف** بالسفرِ خارجَ البلادِ للمشاركةِ فيه. ومن ثَمَّ، لم يكُنْ من الممكنِ القبضُ على **فافيلوف** بعدُ. ولَزِم على **ليسينكو** القضاءُ عليه قبلَ أن يتمكَّنَ **ستالين** من استبعادِه. واختارَ **ليسينكو** أن يوجِّه إليه الضربةَ القاضيةَ في عقرِ دارِهِ بمعهدِه للصناعة النباتية في لينينجراد، وهو المكانُ المخزنةُ فيه مئاتُ الآلافِ من البذورِ التي جَمَعَها **فافيلوف**.



امتلأتِ القاعةُ في ذلك اليومِ من عامِ 1939 بأنصارِ **ليسينكو**، إلى جانبِ عددٍ قليلٍ مِن المدافعينَ عن **فافيلوف**، لكنَّهم كانوا مخلصينَ له بقوةٍ. عَرَض **ليسينكو** سيناريو خياليًّا يوضِّحُ كيفَ سيُؤَدِّي نقعُ البذورِ بشتى أنواعِها في الماءِ المثلَّجِ إلى تغذيةِ الأمةِ على نحوٍ أفضلَ. وقُوبِلَ ما قاله بتصفيقٍ حادٍّ يُصِمُّ الآذانَ من متملقِيه. وانتظرَ **فافيلوف** حتى توقَّفت هذه الإشادةُ، ثم نَهَضَ واقفًا.

تحدَّى **فافيلوف ليسينكو** بشجاعةٍ، وسأله هلْ هذا كلُّ ما لديه؟ أين العلمُ؟ أين الدليلُ؟ هل من المفترضِ الإيمانُ بما يقولُه **ليسينكو** كما لو كان نصًّا مقدسًا؟

فسألَ **ليسينكو فافيلوف** عما إذا كان لم يلحَظْ قلةَ ما تبقَّى له من مؤيدينَ. ويمكنُ تصوُّرُ **ليسينكو** وهو يَصِيح قائلاً: «التجميد التنشيطي سيقدِّمُ حصادًا هائلاً في الشتاءِ**!** يتَّفِقُ الجميعُ على ذلك**!**».

لقد كان **فافيلوف** يعلمُ أن في هذا هلاكَه، ولكن كان لا بدَّ لأحدٍ المناداةُ علنًا بعودةِ السياسةِ الزراعيةِ السوفيتيةِ إلى أرضِ الواقعِ. لقد سَعَى إلى إيقاظِ ضميرِ العلماءِ بشأنِ واجبِهم المقدَّسِ تجاهَ الشعبِ، حتى في وجهِ العواقبِ المرعبةِ لفعلِ ذلكَ. ويشهَدُ محضرُ المؤتمرِ على بسالةِ **فافيلوف** في الدفاعِ عن العلمِ؛ إذ يقولُ: «يُمكنُكم إعدامِي**!** يُمكنُكم حَرْقي**!** لكن لا يُمكنكم إجباري على التخلِّي عن مُعْتقداتي**!**».

تأهَّب **فافيلوف** للأسوأِ. وبدأ على الفورِ في تحذيرِ زملائِه، ناصحًا إياهم بضرورةِ طلبِ نقلِهم إلى معاهدَ أخرى لإنقاذِ أنفسِهم. وقال لهم إنَّ لهم حريةَ التنديدِ به. لكن رفضَ نحو اثنَيْ عَشَرَ منهم فعلَ ذلك، وعزموا على مواصلةِ عملِهم على المجموعةِ النباتيةِ الموجودةِ في المعهدِ مهما كانتِ العواقبُ.

مرَّت أشهرٌ دونَ أن يحدثَ شيءٌ. وعندما حَصَل **فافيلوف** في العامِ التالي على تصريحٍ بالقيامِ برحلةٍ بحثية خارجَ لينينجراد، فكَّرَ على الأرجحِ بأنه قد بالغَ في تقديرِ الخطرِ الْمُحدِق به.

لكنَّ السيارةَ المنتظرة جاءَتْ لتأخذَهُ من إحدى محطات التجارب الزراعية في غرب أوكرانيا مساءَ 5 أغسطس عام 1940. كان الضباطُ في عجلةٍ من أمرِهم لإعادتِهِ إلى موسكو، حيثُ حُبِس في زنزانةٍ بأغوارِ جحيمِ سجنِ لوبيانكا التابعِ للشرطةِ السريةِ للمفوضيةِ الشعبيةِ للشئونِ الداخليةِ.

في البدايةِ، لم يعترفْ **فافيلوف** بأيِّ جريمةٍ سوى الاختلافِ في الرأيِ العلميِّ، لكن **ألكسندر جريجوريفتش**، الملازمَ الأول بأمنِ الدولةِ، كانت لديهِ خبرةٌ طويلةٌ في كيفيةِ إخضاعِ مثلِ هؤلاءِ المواطنينَ العَنِيدين. فبدأ في استجوابِ **فافيلوف** لمدة 10 و12 ساعةً في المرةِ الواحدةِ، مع إيقاظِهِ عادةً من نومِهِ في منتصفِ الليلِ للقيامِ بهذا الاستجوابِ. ولا بد أن **فافيلوف** كان يتعرَّض للتعذيبِ؛ إذ إنَّ ساقَيه كانتا متورمتَين لدرجةٍ حالتْ دونَ تمكنِهِ من السيرِ عليهما. وكان يُجرُّ إلى زنزانتِهِ ليزحَفَ حينَ يصلُ إليها إلى أيِّ موضعٍ على الأرضِ ويستلقيَ به عاجزًا عن الحركةِ. استمرَّ ذلك لمدةِ 1700 ساعةٍ على مدارِ 400 جلسةٍ حتى انهارَ **فافيلوف** في النهايةِ، ووقَّع على اعترافٍ. وبعد اعتقالِهِ بعام، حُكِم عليه بالإعدامِ رميًا بالرصاصِ.

في خريفِ 1941، كان **فافيلوف** على قائمةِ الإعدامِ في سجن بيتالك بموسكو؛ حيثُ ظلَّ ينتظِرُ إعدامَه واهنًا في الحبسِ الانفراديِّ شهورًا. لكن في شتاء هذا العام، عندما فُتِح أخيرًا باب زنزانته فجأةً على مصراعَيه وجرَّه الحراسُ إلى خارجِه، فوجِئَ بأنه لم يُؤخَذ إلى حيثُ سيُطلق عليه النارُ. وإنما كان الحراسُ يُخلون السجنَ بسببِ تقدمِ الآلافِ من القواتِ الألمانيةِ وفرقِ مدرعاتِ البانزر نحوَ المدينةِ. لقد أخلَّ **هتلر** بميثاقِ عدمِ الاعتداءِ الذي أبرمه مع **ستالين**، مرسلاً ملايينَ القواتِ الألمانيةِ والآلافَ من الدباباتِ لغزوِ روسيا. وعندما وصلوا إلى مداخلِ موسكو، نُقِل **فافيلوف** والسجناءُ الآخرون إلى زنزاناتٍ في مواقعَ أبعدَ داخلَ السجنِ.

غشيَ السماءَ دخانٌ داكنٌ، وألقَتِ الطائراتُ الألمانيةُ - التي حَلَّقَت بأعدادٍ هائلةٍ - بظلالِها على المدينةِ. أخذَتِ القنابلُ تنفجِرُ دونَ توقُّفٍ، لكنَّ الهجومَ على موسكو لم يُضَاهِ حصارَ لينينجراد. فكانَتْ معركةُ لينينجراد - بكلِّ المقاييس - إحدى أكثرِ المعاركِ التي شَهِدَتها أيُّ مدينةٍ ضراوةً على الإطلاقِ. وكان معهدُ فافيلوف للصناعة النباتيةِ - الذي وُضِعت ألواحٌ على نوافذِه للتصدي للهجومِ - يَقَعُ في ساحةِ القديس **إسحاق**. تساقطَتْ أتربةُ الجصِّ من سقفِ المعهدِ الذي كان باردًا ومظلمًا في الداخلِ. كانَ المعهدُ يحتوِي على الإرثِ الوراثيِّ العالميِّ منذُ اختراعِ الزراعةِ؛ إذ

تضمَّن بذورَ نباتاتٍ عاشَتْ عليها البشريةُ على مدى 10 آلافِ عام. وعَلِم **هتلر** - على عكسِ **ستالين** - أنَّ ذلك المعهدَ لا يُقدَّر بثمنٍ.

اجتمعَ زملاءُ **فافيلوف** الأوفياءُ في مخزنٍ بقبوِ المعهد. فكانَ **جورجي كريير**، و**ألكسندر شوكين**، و**ديميتري إيفانوف**، و**ليليا رودينا**، و**جي كوفالسكي**، و**أبراهام كاميراز**، و**إيه ماليجينا**، و**أولجا فوسكريسنسكايا**، و**يلينا كيلب** ترتعدُ فرائِصُهم من البردِ في أثناءِ محاولَتِهم توقُّعَ ما كان **فافيلوف** يودُّ منهم فعلَه. لم يكونوا يعلمونَ حتى ما إذا كان حيًّا أم لا، لكنهم اتفقوا على فعلِ ما كان سيفعلُه **فافيلوف** لو كانَ بينَهم، ألا وهو مواصلةُ العملِ بصرفِ النظرِ عن أيِّ شيءٍ، مثلما فعلَ بطلُه **مايكل فاراداي**. وكانوا خائفين من أنَّه إذا استمرَّ الحصارُ، سيتضوَّرُ أبناءُ وطنِهم جوعًا. وقد احتوَى المعهدُ على أطنانٍ مِن الموادِّ الصالحة للأكلِ. فعرفوا أنهم بحاجةٍ للتوصلِ إلى طريقةٍ لحمايةِ كلِّ حبةٍ مِن الحبوبِ الموجودةِ به حتى يعودَ العالَمُ إلى صوابِه.

في يومِ عيدِ الميلادِ عام 1941، لَقِي أربعةُ آلافِ شخصٍ حتفَهم جرَّاءَ الجوعِ في لينينجراد. كانت المدينةُ تقعُ تحتَ حصارِ جيشِ **هتلر** لأكثرَ من مائةِ يومٍ. وكانتْ درجةُ الحرارةِ ناقص 41 فهرنهايت، وانهارت البنيةُ التحتيةُ للمدينةِ بالكاملِ. لم يكنِ الأمرُ سوى مسألةِ وقتٍ، هكذا كان يُفكر **هتلر**؛ فما مِن مدينةٍ بإمكانها تحمُّل مثلِ هذه المعاناةِ طويلاً.

وصل الأمرُ **بهتلر** إلى أن طَبَع دعواتٍ وخطَّط لقائمةِ الطعامِ مِن أجلِ الاحتفالِ بنصرِه. كان يطمحُ إلَى إقامةِ ذلكَ الاحتفالِ في أفضلِ فندق في لينينجراد، فندق أَستوريا، فأصدر التعليماتِ إلى طيَّاريه من قاذفي القنابلِ بتوخِّي الحذرِ كي لا يُدَمِّروا ذلكَ الفندقَ، خشيةَ أن يُفسدوا حفلَه. لكن ذلك الفندقَ لم يَكُنْ محلَّ اهتمامِهِ الوحيدَ في ساحةِ القديس **إسحاق**. فبينما كان **ستالين** قلقًا بشأنِ سلامةِ الأعمالِ الفنيةِ في متحفِ الإرميتاج، فكرَّس عُمَّالاً وقطاراتِ سككٍ حديديةٍ لنقلِ أعمالِ **مايكل آنجلو** و**ليوناردو دافينشي** و**رفائيل** إلى بقعةٍ أكثرَ أمانًا في سفردلوفسك، لم يُفكر مطلقًا في

بنكِ البذورِ الخاصِّ بفافيلوف. لكن **هتلر** كان قد استولى بالفعلِ على متحفِ اللوفر في باريس، ولم يكنْ يَشْتهي المزيدَ من اللوحاتِ، وإنما ابتغى شيئًا أكثرَ قيمةً - ألا وهو كنزُ **فافيلوف**.

بمرورِ الشهورِ، خَسِر علماءُ النباتِ وزنَهم وصارتْ جلودُهم زرقاءَ من البردِ. وعَمِلوا على ضوء الشموعِ حولَ طاولةٍ كبيرةٍ، محاولينَ جاهدينَ استكمال فرزِ البذورِ والمكسراتِ والأرزِ وفهرستِها. وكان بإمكانِهم رؤيةُ بخارِ أنفاسِهم بسببِ البردِ.

كان **هتلر** قد أسَّسَ وحدةً تكتيكيةً خاصةً في قواتِ شوتزشتافل تحتَ اسم «فدائيو جمعِ البذورِ الروسية» من أجلِ السيطرةِ على بنكِ البذورِ، والاستيلاءِ على الثرواتِ الطبيعيةِ الموجودةِ فيه؛ لكي يستخدِمَها الرايخ الثالثُ مستقبلاً. وانتظرَ أفرادُ تلك الوحدةِ على أهبةِ الاستعدادِ مثل قطيعٍ منَ الكلابِ الشرسةِ في انتظارِ الانطلاقِ للانقضاضِ على المعهدِ. وكانتْ حصةُ الطعامِ التي يحصُلُ عليها علماءُ النباتِ في المعهدِ آنذاكَ قد انخفضَتْ إلى شريحتَيْ خبزٍ في اليومِ، لكنَّهم استمرُّوا في مواصلةِ عملِهم.

كان الجيشُ الألمانيُّ الموجودُ عندَ مداخلِ المدينةِ آخرَ الأمورِ التي تُثير قلقَ أولئكَ العلماءِ. ففي أحدِ الأيامِ، زَحَفت مجموعةٌ منَ الجرذانِ على طاولاتِ عملِهم المكتظةِ بأوعيةِ البذورِ. فبُغِتَ علماءُ النباتِ للحظةٍ ثم هاجموا الجرذانَ بقضبانٍ معدنيةٍ. وركضَتْ **يلينا كيلب** إلى خارجِ الغرفةِ لتعودَ بسلاحٍ آليٍّ صَوَّبَته نحوَ الجرذان. وتناثرت بالكاملِ البذورُ والمكسراتُ والأرزُ التي كانت من قبلُ مفروزةً على نحوٍ مثاليٍّ، وتداخلتْ مع بعضِها على الطاولةِ. فبدأَ العلماءُ عمليةَ إعادةِ الفرزِ الشاقةَ. وتمنَّوْا لو كان **فافيلوف** بينهم؛ إذ شَعَروا بأنَّهم ضائعونَ للغايةِ في غيابِهِ. وقالوا لبعضِهم: «أيها الرفاقُ، مهما كانَ الأمرُ مُؤلِمًا، يجبُ أن نسلِّمَ بأنه قد رَحَل إلى الأبدِ».

لكن **فافيلوف** كان حيًّا ... بشقِّ الأنفسِ. كان قد نُقِلَ إلى سجنٍ آخرَ في مدينةِ ساراتوف. وظلَّ على قيدِ الحياةِ لعيدِ ميلادٍ آخرَ، وصارَ آنذاك هيكلاً عظميًّا مصابًا بالإسقربوط يجلِسُ في زنزانتِهِ الضيقةِ ويكتبُ خطابًا للطاغيةِ الذي يُعذبه بآخرِ ما أُوتي من قوةٍ. كَتَب: «أبلغُ من العمرِ

54 عامًا، ولديَّ خبرةٌ ومعرفةٌ هائلةٌ في مجالِ استيلادِ النباتاتِ. وسيُسعدني تكريسُ نفسي كليًّا لخدمةِ بلدي... فأطلبُ منك وأرجوكَ أن تسمحَ لي بالعملِ في مجالِ تَخَصُّصي، حتَّى لو في أدنَى المستوياتِ».

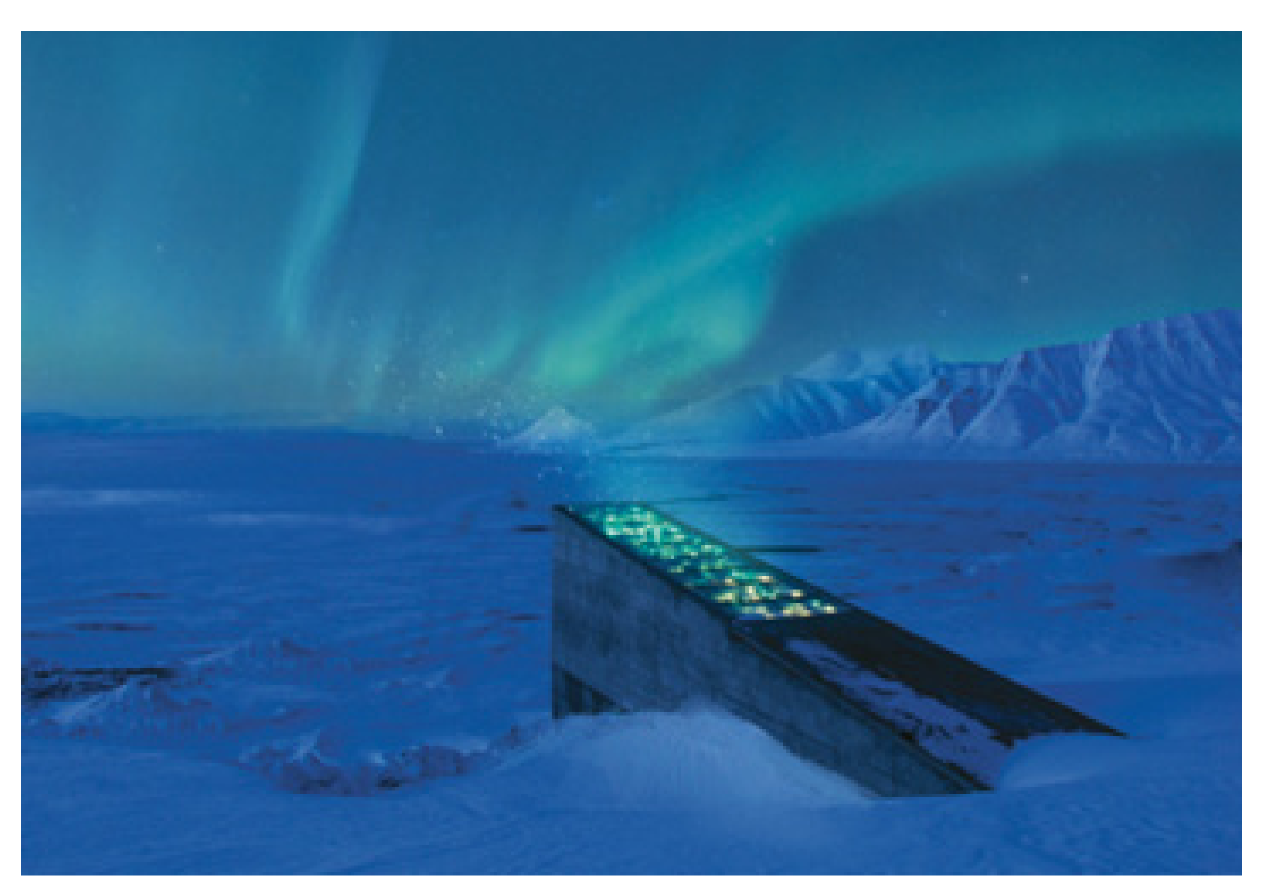
لكنَّ الردَّ لم يأتِ أبدًا؛ فقد قَرَّرَت الدولةُ عدمَ إعدامِه رميًّا بالرصاص. وكانوا يُفكرون في مصيرٍ أكثرَ قسوةً للرجلِ الذي فَعَل ما لم يفعَلْه أحدٌ للقضاءِ على الجوعِ والمجاعاتِ. لقد جوَّعُوه عمدًا وببطءٍ حتى الموتِ!



حلَّ عيدُ ميلادٍ آخرَ في عام 1943 وأفرادُ وحدةِ «فدائيو جمعِ البذورِ الروسيةِ» التابعةِ لقواتِ شوتزشتافل لا يزالونَ في انتظارِ فرصتِهِم للإغارةِ على المعهدِ. كانوا يَجلسون مستندينَ على أكياسِ الرمالِ المكدسةِ بكمياتٍ كبيرةٍ وتعلوها المدفعيةُ.

تضوَّر أهالي لينينجراد جوعًا لثلاثةِ أعيادِ ميلادٍ تحتَ الحصارِ. وكان قد ماتَ آنذاك واحدٌ من بين كلِّ ثلاثةِ أشخاصٍ منهم من الجوعِ؛ أي نحو 800 ألفِ شخصٍ. لكنهم ظلُّوا قادرينَ على التصدِّي للاعتداءِ الألمانيِّ الغاشمِ. وكانتِ الحصصُ الضئيلةُ المكونةُ من شريحتَيْ خبزٍ يوميًّا التي حصَل عليها علماءُ النباتِ في المعهدِ قدْ نَفِدت قبلَ ذلكَ الحينِ بفترةٍ طويلةٍ، وبدأَ الجوعُ يهاجمُ حماةَ كنزِ **فافيلوف**. فماتَ العلماءُ على مكاتِبِهم في المعهدِ المعتِمِ البارِدِ وسطَ عيناتِ الفولِ السودانيِّ والشوفانِ والبازلاءِ التي مَنَعَهم شَرَفُهُم المقدَّسُ من تناوُلِها. ماتوا جميعُهم بسببِ الجوعِ، لكن ما من حبةِ أرزٍ واحدةٍ في المجموعةِ فُقِدت.

وماذا عن عدوِّ **فافيلوف، تروفيم ليسينكو؟** لقد حافظَ على هيمنتِهِ على الزراعةِ وعلمِ الأحياءِ في الاتحادِ السوفيتيِّ لمدةِ عقدينِ آخرينِ، حتى تَعَرَّضَت روسيا لمجاعةٍ أخرَى عام 1967، وندَّدَ ثلاثةٌ مِن أبرزِ علماءِ روسيا به علنًا لما رَوَّجَه من علمٍ زائفٍ و جرائمِ أخرى.



يظهَر في هذه الصورةِ المدخلُ المضيءُ فقط لقبوِ سفالبارد العالميِّ للبذورِ وسطَ المنظرِ الطبيعيِّ الجليديِّ الأزرقِ اللونِ تحتَ أضواءِ الشفقِ القطبيِّ الشماليِّ في تصوُّرِ فنانٍ لذلكَ القبوِ الذي يُخزَّنُ بداخلِه نحوُ مليونِ عينةٍ من البذورِ.

وبعدَ وفاةِ **ستالين**، وإدراكِ الضررِ الذي أَلْحَقَهُ **ليسينكو** بالاتحادِ السوفيتيِّ، صارَ من الممكنِ مجددًا التحدثُ عن **فافيلوف** علنًا. وأُعيدَتْ تسميةُ معهدِه للصناعة النباتية ليحمِلَ اسمَهُ، وهو المعهدُ الذي لا يزالُ قائمًا إلى الآنَ. ومع ذلك أشارَ استطلاعٌ وطنيٌّ للآراءِ أُجري مؤخرًا في روسيا إلى أن **ستالين** هو الرجلُ الأكثرُ إثارةً للإعجابِ على الإطلاقِ، متقدمًا بذلكَ على **فلاديمير بوتين**.

في عامِ 2008، افتتحتْ حكوماتُ النرويجِ والسويدِ وفنلندا والدانمارك وآيسلندا قبوَ سفالبارد العالميَّ للبذورِ، وهو الخَلَفُ المعاصرُ لمجموعةِ **فافيلوف**. يقعُ ذلكَ القبوُ تحتَ الجليدِ في جزيرةٍ مهجورةٍ كانَ يجري التنقيبُ فيها عن الفحمِ بين النرويجِ والقطبِ الشماليِّ. ويحتوي القبوُ حاليًّا

على نحوِ مليونِ عينةٍ من البذورِ. وفي السنواتِ الأخيرةِ، اضطرتِ الحكومةُ النرويجيةُ إلى إنفاقِ الملايينِ لتحديثِ ذلك القبوِ الموجودِ تحتَ الأرضِ وتحسينِ عزلِه بسببِ تعرضِهِ مؤخرًا للتهديدِ بسببِ الذوبانِ السريعِ للتربةِ الصقيعيةِ جراءَ تغيُّرِ المناخِ.

لماذا، إذن، لم يأكلْ علماءُ النباتِ في معهدِ **فافيلوف** حبةَ أرزٍ واحدةً؟ لماذا لم يُوَزِّعوا البذورَ والمكسراتِ والبطاطسَ على شعبِ لينينجراد الذي كان يموتُ جوعًا كلَّ يومٍ على مدى أكثرَ من عامين؟

هل أكلتَ اليوم؟ إذا كانتْ إجابتُك بنعم، فلقد أكلتَ على الأرجحِ شيئًا ينحدِرُ مِن البذورِ التي مات أولئكَ العلماءُ من أجلِ حمياتِها.

ليتَ مستقبلنا كان حقيقيًّا -وغاليًا- للغايةِ في نظرِنا، مثلما كان في نظرِ **فافيلوف** وعلماءِ النباتِ في معهدِهِ.



لون مُعزز يوضِّح الأليافَ العصبيةَ للمادةِ البيضاءِ في مخِّ الإنسانِ، في صورة لها من أعلى وهي التي تنقلُ النبضاتِ العصبيةَ

داخلَ المخِّ إلى الحبلِ الشوكـيِّ. وهذه الصورةُ مقدمةٌ مِن مشروعِ الكونكتوم البشريِّ الرائدِ

| الفصلُ الخامس |

الكونكتوم الكونيّ

العقلُ أوسعُ مِن السماءِ

ذلك أنَّكَ لو وضعتَهُما جنبًا إلى جنبٍ

فسوف يحتوي أحدُهما الآخرَ

كما يشملك أنت أيضًا.

العقلُ أعمقُ مِن البحرِ

ذلك أنَّك لو وضعتَهما معًا

فسيمتصُّ أحدُهما الآخرَ

كما تمتصُّ الإسفنجةُ ماءَ الدلاءِ

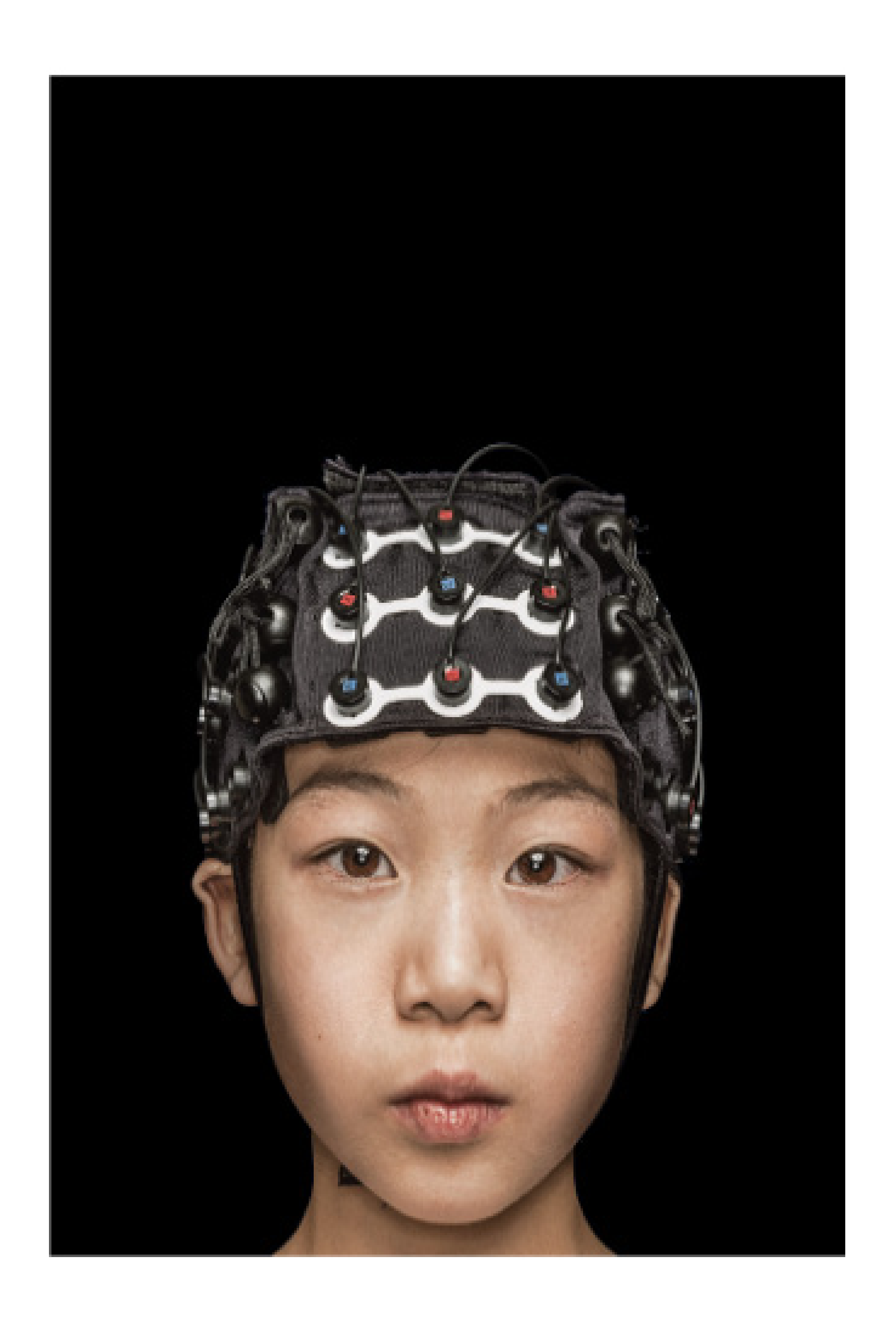
العقلُ دليلُ عظمةِ اللهِ

فثمةَ صلةٌ ما بينَهُما

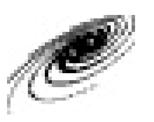
لكأنهما بالمقارنةِ

كالمقطعِ والصوتِ

- إيميلي ديكنسون



نسخةٌ حديثةٌ من جهازِ تخطيطِ كهربيةِ الدماغِ الذي اخترعَهُ هانز برجر لدراسةِ النشاطِ الكهربائيِّ داخلَ المخِّ.



هل يمكنُنا معرفةُ الكونِ؟

هل عقولُنا قادرةٌ على فهمِ الكونِ بكلِّ تعقيدِهِ وعظمتِهِ؟ نحن لا نعرِفُ بعدُ الإجابةَ عن هذا السؤالِ؛ لأنَّ العقلَ البشريَّ لا يزالُ غامضًا تمامًا مثل غموضِ الكونِ بالنسبةِ لنا. ونعتقدُ أنَّ عددَ وحداتِ المعالجةِ في عقولِنا تكادُ تُساوي كلَّ النجومِ في ألفِ مجرةٍ، أي مائةَ تريليون نجمٍ على الأقلِّ. ومن الممكنِ أن يكونَ العددُ الحقيقيُّ لوحداتِ المعالجةِ في عقولِنا أكبرَ من ذلكَ عشرَ مراتٍ.

في أثناءِ كتابتي لهذهِ الكلماتِ، تُعاني وحداتُ المعالجةِ في عَقْلي مِن الذعرِ، بينما أنتظرُ في وحدةِ العنايةِ المركزةِ بقسمِ الأعصابِ في مستشفى سيدرز سيناي بلوس أنجلوس. فقبلَ أسبوعٍ، كنتُ أعملُ برُفْقةِ ابني، **سام**، مع بعضِ الزملاءِ في إحدى قاعاتِ المونتاجِ بمكاتبِ الإنتاجِ التلفزيونيِّ لبرنامجِ «الكون: عوالم محتملة». وقَفَ **سام** فجأةً يشكو من صداعٍ شديدٍ ودُوارٍ. ألهَمتني غريزةُ الأمومةِ وسرعةُ البديهةِ أنَّ ما شَعَر به ابني لم يكنْ نتيجةً لوجبةِ الغداءِ التي تناولها، وعَلِمْتُ أنني بحاجةٍ إلى نقلِهِ إلى غرفةِ الطوارئِ على الفورِ.

في مستشفى سيدرز سيناي، أدرَكَ فريقُ عملِ وحدةِ الطوارئِ على الفورِ أنَّ مخَّ **سامَ** كانَ ينزِفُ. وحتى ظهيرةِ ذلكَ اليومِ، لم يكنْ لدينا أيُّ فكرةٍ عن أنه قد وِلِدَ قبل 27 عامًا بتشوُّهٍ شريانيٍّ وريديٍّ في الدماغ، وهو تجمُّعٌ للأوعيةِ الدمويةِ عندَ نقطةِ الالتقاءِ التي يتَّصِلُ عندَها أحدُ الشرايينِ مع أحدِ الأوردةِ في الدماغ. وكانَ ذلكَ التجمعُ ينزِفُ، ولم يكنْ هناكَ مكانٌ يذهبُ إليه الكمُّ الكبيرُ مِن الدمِ الناجمِ عن ذلكَ النزيفِ دونَ أن يتسبَّبَ في زيادةِ الضغطِ على الدماغِ وإلحاقِ الضررِ بهِ، فتمَّ زرعُ جهازَي إزاحةٍ في دماغِ **سام** لصرفِ الدمِ خارجَهُ. وكانَ الجهازان

متصلَيْنِ بتركيبٍ بسيطٍ مِن الأوزانِ والأثقالِ التي ذَكَّرَتني بالمهندسِ الإغريقيِّ **أرشميدس**. واستُخدِمت مسطرةٌ طولُها ثلاثُ أقدامٍ ومزودةٌ بميزانِ استواءٍ، كالتي تُباع في متاجرِ المعداتِ، للتأكُّدِ من استفادةِ الجهازين من الجاذبيةِ وامتلائِهما بتدفُّقِ الدمِ الخارجِ من دماغِ **سام**، وكانتْ ثمةَ أداةُ رصدٍ تُصدِرُ صفيرًا عندما يُصبحُ الضغطُ في دماغِ **سام** عاليًا للغايةِ، فكانَ التوازنُ يَتَغَيَّرُ سريعًا. لكن كيفَ يُمكِنُ حلُّ هذه المشكلةِ؟ كيفَ يمكنُ التخلصُ من هذا التشوهِ الذي قد ينفجِرُ مرةً أخرى في أيِّ وقتٍ؟

هنا ظهرَ **نستور جونزاليس** -وهو أخصائيُّ علمِ أشعةٍ عصبيةٍ تداخليٍّ يتَّسِم باللطفِ- واقترحَ في البدايةِ إجراءَ صورةٍ وعائيةٍ، وهي مُخَطَّطٌ للأوردةِ والشرايينِ الموجودةِ في المنطقةِ المصابةِ بدماغِ سام. وكانتْ هذه الخطوةُ الخطيرةُ بعضَ الشيءِ هي الخطوةَ الأولى نحوَ انصمامٍ أكثرَ خطورةً، وهو تقنيةٌ بطيئةٌ ودقيقةٌ يُرسَل من خلالِها سلكُ توجيهٍ عبرَ هذه السبلِ الجانبيةِ ليطلقَ علَى هذا التشوهِ قطرةً صغيرةً للغايةِ من الصمغِ لمنعِهِ من النزفِ مطلقًا. وهذا إجراءٌ حساسٌ للغايةِ يتطلَّبُ أقصى درجاتِ الدقةِ، مع انطوائِهِ على خطرِ التدميرِ المحتمَلِ لدماغِ **سام** أو حتى فقدانِهِ لحياتِهِ، وهو الأمرُ الذي لا أحتملُ التفكيرَ فيه. نَظَر **سام** في عينيَّ وسألَني عما إذا كانَ بإمكاني العيشُ بعدَ وفاتِهِ. لقد حَاوَلْنا دائمًا تحرِّي الصدقِ مع بعضِنا، فكان عليَّ أن أخبرَهُ بأنني لا أعرفُ بحقٍّ الإجابةَ عن هذا السؤالِ.

تحدَّث ثلاثتُنا معًا عدةَ مراتٍ في الأيامِ التي سَبَقَتِ العمليةَ. وسألَ دكتور جونزاليس **سام** عن وظيفتِه، وعندَما ردَّ **سام** أنه منتجٌ مساعدٌ في برنامجِ «الكون»، بدا الاضطرابُ على ذلكَ الطبيبِ الهادئِ رابطِ الجأشِ. وسألَهُ: «سامِحْني؛ لم أربِطِ الأمورَ ببعضِها، هل تجمعُك صلةُ قرابةٍ **بكارل ساجان؟!**».

فأجابَ **سام**: «أنا أصغرُ أبنائِهِ».

فبدا التأثرُ على دكتور **جونزاليس،** الذي قال لنا: «إن هذا هو سببُ وجودي هنا**!** عندما تنشأُ في بلدٍ فقيرٍ مثلَ كولومبيا، ويُلهمك شخصٌ ما لخوضِ مجالِ العلومِ في حياتِك، مثلما فعلَ **كارل ساجان** الذي كنتُ أُشاهدُه في التلفزيونِ، فإن الطبَّ هو الطريقُ الوحيدُ المتاحُ أمامَك».

يبدو كما لو أن **كارل،** بطريقةٍ ما غير خارقةٍ للطبيعةِ تمامًا، قد وصَلَ إلينا عبرَ عقودٍ طويلةٍ مَضَت لينقِذَ حياةَ ابنِنا. وبينما كنت أنتظرُ أخبارَ نتيجةِ العمليةِ، فكَّرتُ في كلِّ الأمهاتِ والآباءِ الذين وَاجَهُوا هذهِ المعاناةَ قبلي. وتذكَّرتُ حياةَ الرجلِ الذي أَلْهَمَنِي لأولِ مرةٍ حبَّ العلمِ.

لا يَسَعُني سوى التفكيرِ في أنه إذا كانَ هذا البلاءُ قد نَزَل **بسام** قبل قرنٍ مِن الزمانِ لكان قد ماتَ. ما الذي تغيَّر في هذهِ الفترةِ القصيرةِ نسبيًّا من الزمنِ؟ على ما يبدو، فإنَّ ما تغيَّر هو معرفتُنا بالعلومِ الطبيةِ والتكنولوجيا التي نستخدِمُها لتطبيقِ المعرفةِ. كيفَ وَصَلنا إلى هذه القدرةِ على تصوُّرِ المشكلاتِ المجهريةِ المخفيةِ داخلَ تجاويفِ أدمغتِنا ذاتِ الطياتِ العميقةِ والعملِ حتى علَى إصلاحِها؟



أعتقدُ أنَّ أهمَّ قفزةٍ في تاريخِ البشريةِ على الإطلاقِ قد حدثَتْ قبلَ نحوِ 2500 عامٍ في مدينةٍ مِن المنازلِ البيضاءِ التي تتباينُ على نحوٍ رائعٍ مع مياهِ بحر إيجة بلونِها الأزرقِ الداكنِ. كيفَ كانَ حالُ الطبِّ آنذاك؟

تخيَّل أنَّك أحدُ والدَيْ طفلٍ عزيزٍ عليكَ، صبيٍّ أصغرَ سنًّا من **سام** يُعاني نوعًا آخرَ من الحالاتِ المرضيةِ. ثمةَ حفلٌ اجتماعيٌّ كبيرٌ ينتشِرُ فيه العديدُ من الخدمِ الذين يُقدمون المرطِّباتِ للضيوفِ رفيعِي المستوى، وتُرافقُ مربيةٌ ابنَكَ بفخرٍ إلى مراسمِ الاحتفالِ. الصبيُّ ذَكِيٌّ ومتألقٌ، وهو ما يُبهر أصدقاءَك ويُثير إعجابَهم. وعندَما يُقدَّم الصبيُّ إلى بعضٍ مِن أبرزِ الضيوفِ في الحفلِ، يُبدي رصانةً وألمعيةً، فيُبهِجُ الكبارَ ويُرَوِّحُ عنهم، بينما تنظرُ أنت إليه في إعجابٍ.

وفجأةً، يبدو الطفلُ مُشتتًا بشيءٍ غيرِ مرئيٍّ على مسافةٍ ليستْ ببعيدةٍ. وهذا الشيءُ، الذي لا يُمكِنُ لأحدٍ غيرِه رؤيتُه، يُلهمُه ليبتسمَ ابتسامةً ودودةً شاحبةً. وتَهيجُ عاصفةٌ داخلَ دماغِهِ، فيغيبُ الصبيُّ عن الوعيِ وينهارُ وقد تَيَبَّسَ جسدُهُ. تعلو نظرةُ رعبٍ وَجْهَكَ، بينما يتحرَّكُ الضيوفُ بعيدًا عنه في صدمةٍ. تهزُّهُ وتنادي عليه، لكن دونَ جَدْوى.

يُخرِج الفتى زَبَدًا من فمِهِ ويعضُّ لسانَه، بينما يتشنجُ جسدُهُ. فترسلُ خادمًا لإحضارِ الطبيبِ، بينما يستأذِنُ الضيوفُ في حرجٍ ويَرْحَلون. يرقدُ الصبيُّ ساكنًا الآنَ؛ فقد انتهتِ النوبةُ. يدخلُ طبيبٌ أشيبُ متسخُ الثيابِ إلى المكانِ، وقد اعتلَتْ مَلاَبِسَهُ بقعٌ مِن وجبةِ بعد الظهيرةِ. وتبعَتْه حاشيةٌ مِن بعضِ العبيدِ الذين حَمَلوا مذبحًا متحركًا ومباخرَ وعنزة تحاولُ الفرارَ. لم ينظُرِ الطبيبُ حتى إلى الطفلِ، وإنما بدأَ في إصدارِ الأوامرِ للعبيدِ بإعدادِ المذبحِ وتجهيزِ العنزةِ لتقديمِها قربانًا. كانتِ العنزةُ هائجةً وتصيحُ مذعورةً. وبينما تراقبُ أنت ما يحدُثُ في أملٍ، يبدأُ الطبيبُ في هزِّ المبخرةِ حولَ الطفلِ الراقدِ بلا حركةٍ، ويتفوَّهُ بتعاويذَ.

هكذا كان الطبُّ قبلَ 2500 عامٍ في اليونانِ. وعندما كانَ الإغريقُ وغيرُهم من شعوبِ الثقافاتِ الأخرى يقومونَ بشعائرِهم، كان بعضُ المرضى يتماثلون للشفاءِ، إما بسببِ انتهاءِ نوبةِ مرضِهم أو بفضلِ أجهزتِهم المناعيةِ. إلا أن المرضى وأحباءَهم اعتقَدوا أنَّ الآلهةَ قد هدأَ غضبُها. لكن كانَ المريض، في بعضِ الأحيانِ، يموتُ. وكان ذلك يعني أنَّ الآلهةَ غاضبةٌ للغايةِ وما من شيءٍ يمكنُ فعلُهُ.

كان ذلكَ الأسلوبُ في التفكيرِ نتاجَ شيءٍ يمثِّلُ نقطةَ قوةٍ عظيمةٍ للبشريةِ، ونقطةَ ضعفٍ لها أيضًا، وهي ما يُعرَف بتمييزِ الأنماطِ. وفي هذهِ الحالةِ، تمييزٌ خاطئٌ للأنماط. فالاعتقادُ بأنَّ الصرعَ ناتجٌ عن غضبِ الآلهةِ هو خلطٌ بين الارتباطِ والسببيةِ، الأمرُ الذي يَحُثُّ عليه التفكيرُ الرجائيُّ الذي يسودُ عندما يشعرُ الناسُ بأنهم عاجزونَ. وذلك لا يَعني أنَّ الإغريقَ لم يكنْ لديهم علاجاتٌ لبعضِ الأمراضِ؛ فقد زَخَرت خزاناتُ أدويتِهم بالعديدِ من النباتاتِ والمعادنِ. بيد أنه

في حالةِ مرضٍ غامضٍ كالصرعِ، لم يكنْ بوُسْعِهم سوى إشعالِ البخورِ والدعاءِ. فلم يُدركوا أنَّ ذلكَ المرضَ مرتبطٌ بصورةٍ ما بالدماغِ حتى جاءَ **أبقراط**.

لا نعرفُ الكثيرَ عن ذلكَ الرجلِ العظيمِ الذي أحدَثَ تغييرًا جذريًّا في تاريخِ البشريةِ. فهل كانَ رَجُلاً وُلِد في جزيرةِ كوس عامَ 460 قبلَ الميلادِ، أم أنَّ اسمَه يُشيرُ إلى الذكاءِ الجمعيِّ لمدرسةٍ كاملةٍ مِن مدارسِ الطبِّ؟ كلُّ ما نَعرِفُه هو أنَّ الكتاباتِ التي نُسِبت إليه في عامِ 400

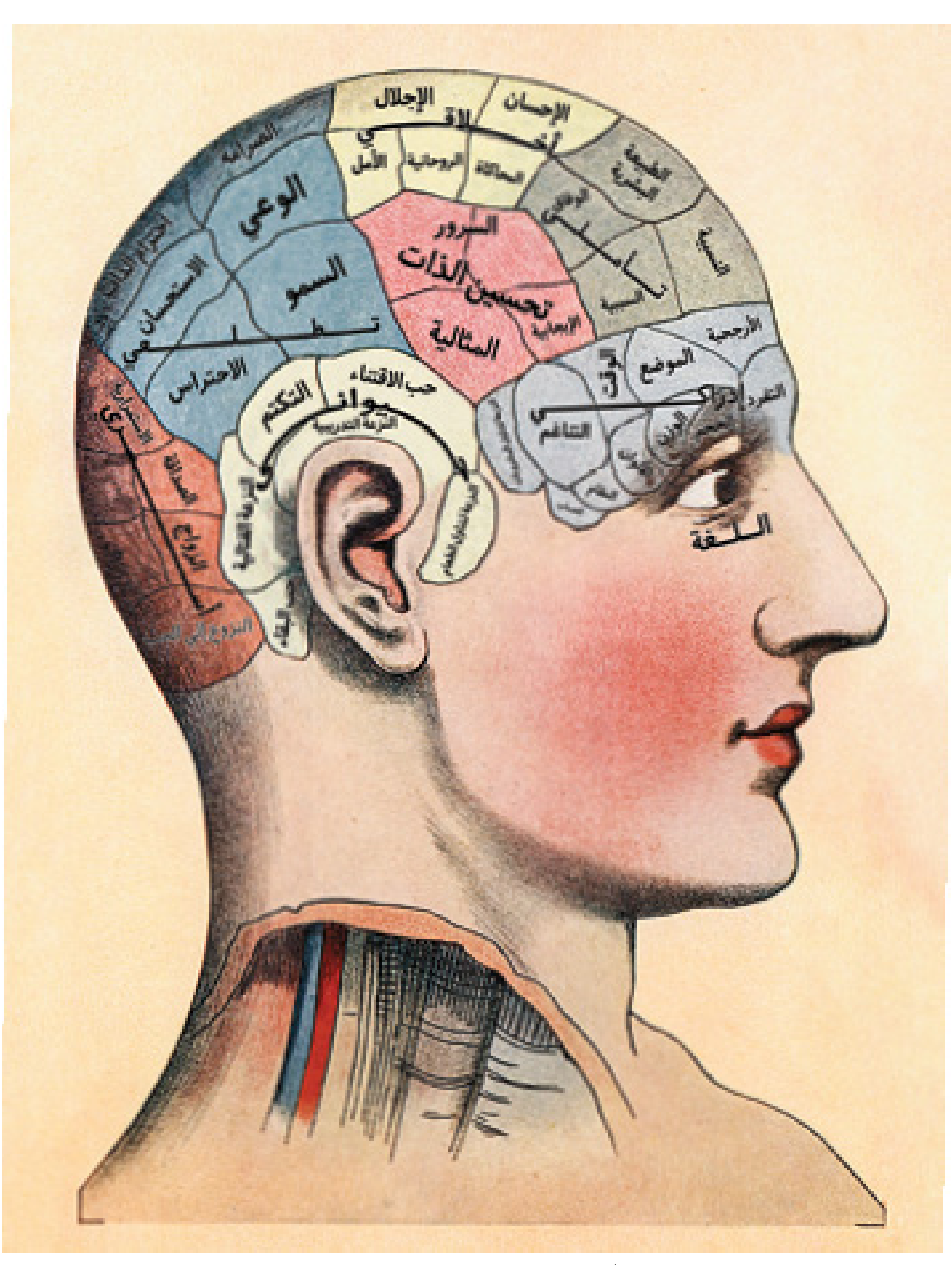


نقشٌ قليلُ البروزِ يُوضِّحُ شخصًا، يُعتقَد أنه أبقراط، يفحصُ مريضًا.

قبلَ الميلادِ هي أولُ تعبيرٍ عن رفضِ فكرةِ أنَّ الآلهةَ الغاضبةَ هي سببُ المرضِ والإصابةِ. فكتَبَ **أبقراط**: «يَنبغي على الطبيبِ فحصُ المريضِ بالكاملِ ونظامِهِ الغذائيِّ وبيئتِهِ. وأفضلُ الأطباءِ هم القادرونَ على وقايةِ الناسِ مِن المرضِ... فما مِن شيءٍ يحدُثُ دونَ سببٍ طبيعيٍّ».

لهذه الأفكارِ وحدَها، يمكنُ تسميةُ أبقراط أبا الطبِّ، لكنَّه فَعَل أكثرَ من ذلكَ بكثيرٍ. فقد أدرَك المحنةَ النفسيةَ التي يعاني منها المرضى والتحدياتِ الأخلاقيةَ التي يواجِهُهَا الأطباءُ. ويُنسَب إليه الفضلُ في وضعِ ميثاقٍ أخلاقيٍّ للأطباءِ. ولا يزال القسمُ، الذي نُسِبَ إلى **أبقراط** في القرنِ الثالثِ قبلَ الميلادِ، يردِّدُه إلى الآنَ مَن سيُمَارِسُون مهنةَ الطبِّ.

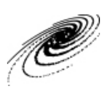
كانَ **أبقراط** من أوائلِ مَن أعلنُوا أنَّ المخَّ هو مركزُ الوعيِ. وكانَ ذلكَ مَفهومًا ثوريًّا آنذاكَ؛ إذ آمنَ معظمُ الناسِ بأنَّ الإنسانَ يُفكرُ بقلبِهِ. وإدراكُ **أبقراط** لأهميةِ العقلِ، إلى جانبِ فَهمِه للأسبابِ الطبيعيةِ للمرضِ، جعَلَ مقالَه عن الصرعِ الذي يحمِلُ عنوانَ «المرضُ المقدسُ» أحدَ أكثرِ البياناتِ إبداعًا وابتكارًا وتَنَبُّئِيَّةً في كلِّ المؤلفاتِ. فكتَبَ **أبقراط** أنَّه ومعاصرِيه أطلقُوا على



افترضَ علمُ فراسةِ الدماغِ الزائفُ - الذي طُرِح عامَ 1800 تقريبًا - أنَّ معالمَ جُمجمةِ الشخصِ تكشِفُ عن قدراتِهِ وشخصيتِهِ. وكان ذلك تعبيرًا جليًّا عن تحيزاتِ ذلكَ العصرِ.

الصَّرَع «المرضَ المقدسَ»؛ لأنَّهم لم يَفْهَموا سببه البدنيَّ. إلا أنه تنبَّأَ بأنَّ الإنسانَ سيفهمُه يومًا ما، وعندما يحدثُ ذلكَ سنتوقَّفُ عن اعتبارِهِ مقدسًا. لقد قرأتُ ترجمةً لأبقراط لأولِ مرةٍ عندما كنتُ في الجامعةِ، وحينها وقَعتُ في حبِّ العلومِ.

إنَّ الصبيَّ الصغيرَ في قِصَّتِنا - الذي يمثِّل كلَّ ضحايا الصرعِ في الحياةِ الواقعيةِ - لم يكنْ ملعونًا، ولم تكنِ الآلهةُ غاضبةً منه ومن أسرتِهِ. وإنما الصرعُ الذي عانى منه كانَ نتيجةً لخللٍ داخلَ الدماغِ، لكنْ طالما أننا كنا ننسبُ الصرعَ لأهواءِ الآلهةِ، فلم يكنْ منَ الممكنِ مساعدةُ الْمُبْتَلَينَ به.



مرتْ آلافُ الأعوام على عصرِ **أبقراط**، وظلَّ العقلُ لغزًا لنا. ففي الفترةِ ما بين عامِ 420 قبلَ الميلادِ والقرنِ التاسعَ عشَرَ، خَطَوْنَا في فَهمِنا للكونِ خطواتٍ هائلةً للأمامِ؛ إذ اكتشفنا سرعةَ الضوءِ وقوانينَ الجاذبيةِ، وعلمنا أن الشمسَ جزءٌ مِن مجرةٍ أكبرَ من النجومِ. لكن بعد 2300 عامٍ من عصرِ **أبقراط**، ما زالت معرفتُنا تكادُ تكونُ معدومةً عن ذلكَ الجزءِ من أجسادِنا الذي مكَّننا من القيامِ بهذهِ الاكتشافاتِ، ألا وهو الدماغُ، بل يمكنُ القولُ إنَّ معرفتَنا في هذا المجالِ قد قَلَّتْ في حقيقةِ الأمرِ. فوصلتْ دراسةُ الدماغِ إلى طريقٍ مسدودٍ إذ انحصرتْ في العلمِ الزائفِ الْمُسمَّى فراسةَ الدماغِ الذي افترضَ أنه يمكنُ من شكلِ جمجمةِ الشخصِ استنتاجُ ذكائِهِ وشخصيتِهِ. وأدَّى ذلك إلى تسارعٍ محمومٍ لقياسِ الأدمغةِ. ووفقًا لعلماءِ فراسةِ الدماغِ، تكمنُ علاماتُ موهبةِ الشخصِ في اللغاتِ فوقَ عظمِ الوجنةِ، بينما أشارَ شكلُ الجمجمةِ خلفَ الأذنينِ إلى الإخلاصِ في العلاقاتِ الزوجيةِ. ولا عجبَ أن علماءَ فراسةِ الدماغِ الأوروبيينَ اكتشفوا أن شكلَ أدمغتِهم تحديدًا مثَّل المعيارَ العالميَّ للتميُّزِ الدماغيِّ.

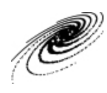
طُرِحتْ أولُ فكرةٍ علميةٍ حقيقيةٍ حولَ الصلةِ بين العقلِ والدماغِ في فرنسا عامَ 1861. ومرةً أخرى، لَعِب الصرعُ دورًا محوريًّا في هذا الشأنِ.

في تلك الأيامِ، كانَ مستشفى بيسيتر للأمراضِ النفسيةِ في باريس يمثِّلُ أحدثَ ما توصَّلَ إليه الطبُّ. ففي القرنِ السابقِ، كانت بيسيتر أولَ مستشفى يُدخِلُ الممارساتِ الإنسانيةَ في علاجِ المصابينَ بالجنونِ وذوي الإعاقاتِ الذهنيةِ. ومن بينِ الأطباءِ هناكَ، حَظِي جراحٌ شابٌّ موهوبٌ يُدعَى **بول بروكا** بالتقديرِ لعلاجِهِ المستنيرِ للمرضى. فقد آمنَ إيمانًا قويًّا بأهميةِ الاستجواب الحرِّ، وقدْ كانَ هذا كسرًا لأغلالِ التمييزِ الخاطئِ للأنماطِ الذي مثَّل عقبةً في طريقِ الفهمِ الطبيِّ.

كان **بروكا** مهتمًّا بشكلٍ خاصٍّ بمريضٍ في الحاديةِ والخمسينَ من عمرِهِ يُدعَى **لويس ليبورن**. فتوقَّع **بروكا** أن مناطقَ معينةً في الدماغِ ربما تكونُ مسئولةً عن قدراتِ التحدثِ والتذكرِ، ومثَّلَ **ليبورن** حالةً مثيرةً للاهتمامِ لدراستِها. وأطلَقَ الجميعُ على ذلكَ المريضِ اسمَ «تان»؛ لأنَّ ذلك كانَ المقطعَ الوحيدَ في مفرداتِهِ. فكانَ يُكرِّرُ تلكَ الكلمةَ دائمًا منذُ إصابتِهِ بنوبةِ صرعٍ في سنِّ الثلاثينَ. لم تكنْ تلكَ النوبةُ هي الأولى التي يتعرَّضُ لها، وإنما كانَ يتعرَّضُ لنوباتٍ منذُ الطفولةِ، لكنَّ أسرتَهُ أدخلَتْه مستشفى بيسيتر عندما فَقَدَ كلَّ قدراتِهِ على التحدثِ فيما عدا تلكَ الكلمةِ الوحيدةِ «تان». رقَدَ تان المسكينُ محتضرًا، وقد أُصيب جانِبُه الأيمنُ بالشللِ والغنغرينا. تردَّدَ **بروكا** عليه في رغبةٍ منه لمعرفةِ كلِّ ما يمكنُ معرفتُهُ عن ذلكَ المريضِ عندَ تشريحِ جثمانِهِ بعدَ الوفاةِ.

وعندَما أغلقَ **تان** عينَيْهِ ولَفَظَ آخرَ كلمةِ «**تان**» له بصوتٍ واهنٍ قبلَ أن يموتَ، ارتدى **بروكا** مِئْزَرَهُ الجلديَّ وهُرع لتنفيذِ التشريحِ الذي طَمَحَ أن يُفسِّرَ إعاقةَ **تان**. فأخرجَ مخَّ **تان** من جمجمتِهِ، وذُهِل عندما رأى عدمَ تماثلِهِ؛ فقد كانَ النصفُ الأيسرُ من دماغِه يبدُو منبعجًا.

لا نعرفُ ما إذا كانَ صرعُ **تان** قد نَجَم عنه التلفُ في دماغِهِ، أم أن إصابةً لم يُشَرْ إليها في الطفولةِ قد تسببتْ فيما أُصيبَ به منْ صرعٍ وتَبِعَها فقدانُه النطقَ. لكن نظرًا لمصيرِ **تان**، تمكَّن **بروكا** من فعلِ شيءٍ لم يَسْبِقْهُ إليه أحدٌ قطُّ؛ إذ رَبَطَ بين جزءٍ من الدماغِ البشريِّ على نحوٍ صائبٍ - وهو في هذهِ الحالةِ المنطقةُ التي تعرَّضَت للتلفِ - بوظيفةٍ معينةٍ له، وهي القدرةُ على استخدامِ اللغةِ. وكانَتْ مكافأةُ **بروكا** إطلاقَ اسمِهِ على ذلكَ الجزءِ من تشريحِ الإنسانِ حتى يومِنا هذا؛ إذ سُمِّي «منطقة **بروكا**».





حفِظَ بول بروكا دماغَ لويس ليبورن الشهيرِ باسمِ تان، والذي قَدَّمتْ إعاقتُهُ أدلةً على منطقةِ تشكيلِ اللغةِ في القشرةِ الدماغيةِ.

في أحدِ أسعدِ أيامِ حياتي، حملتُ دماغَ **بول بروكا** نفسَه العائمَ في بركةٍ مِن المادةِ الحافظةِ في برطمانٍ حُفِظ فيه منذ صيفِ 1880. بعدَ نحوِ قرنٍ مِن الزمانِ، كنتُ برفقةِ **كارل ساجان** في باريسَ نحتفِلُ بالذكرى السنوية الأولى لاعترافِنا بحُبِّنَا لبعضِنا. كانَ ذلكَ في الأولِ من يونيو ولا

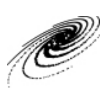
تزالُ نُزْهَتُنا الهادئةُ على الأقدامِ في أنحاءِ تلكَ المدينةِ محفورةً بجمالِها الخلاَّبِ في ذِهْني. قادَتْنا أقدامُنا إلى متحفِ الإنسانِ حيثُ رَحَّب بنا مديرُه، **إيف كوبنس**، وكَشَفَ لنا عن بعضٍ من الأماكنِ الخفيةِ المذهلةِ في المتحفِ المخصصةِ لكلِّ ما هو بَشَرِيٍّ.

قادنا **كوبنس** إلى غرفةِ تخزينٍ مظلمةٍ تَصْطَفُّ في أنحائِها أرففٌ تحمِلُ برطماناتٍ لغرائبَ محفوظةٍ في مادةِ الفورمالدهيد، حيثُ لم تَعُدْ مناسبةً لعرضِها على الجمهورِ. هناكَ، وفي ذلكَ اليومِ، عَرَفْتُ كلمةَ «علمِ المسوخِ»، وهو «الدراسةُ العلميةُ للتشوهاتِ الخلقيةِ والوظائفِ غيرِ الطبيعيةِ». فشاهدتُ مواليدَ برأسَيْنِ، ورءوسًا متقلصةً، ورُضَّعًا بتشوهاتٍ في الوجهِ، وأجزاءً غريبةً مِن جسمِ الإنسانِ - والعديدَ من الأدمغةِ. وحملَ أحدُ هذهِ الأدمغةِ ملصقًا مكتوبًا عليه اسمُ «**بروكا**». أوضحَ لي **كارل** الأهميةَ الكبرى لحملِ دماغِ **بروكا** بينَ يديَّ، وعندها بدأ تأملٌ لمعنى العلمِ يتكونُ في عقولِنا.

في تلكَ اللحظاتِ المهيبةِ، التي مَرَرْنا بالكثيرِ منها في أثناءِ حياتِنا معًا على مدى عشرينَ عامًا، شَعَرْتُ بأننا جانبانِ لدماغٍ واحدٍ. وفي أثناءِ تلكَ اللحظاتِ المثيرةِ مِن التوحدِ، كان **كارل** يسجِّلُ أفكارنا على أجهزةِ التسجيلِ الصغيرةِ التي كان يحمِلُها مَعَه دائمًا. وذلكَ الإلهامُ تحديدًا الذي حَصَلْنا عليه في متحفِ باريسَ استوحَى منْه **ساجان** كتابَه «دماغ **بروكا**».

كان **بروكا** شخصًا حالِمًا جَعَلَنا نتقدَّم في معرفتِنا عنِ الدماغِ. بيد أنه مثلما أشارَ **كارل**،لم يكنْ متحررًا من تحيزاتِ عصرِهِ. فقد اعتقدَ أنَّ الرجالَ متفوقونَ عقليًّا على النساءِ، وأن الجنسَ الأبيضَ متفوقٌ على أيِّ جنسٍ آخرَ. وكَتَب **كارل** عن **بروكا**: «إنَّ افتقارَهُ إلى الْمُثلِ الإنسانيةِ يُوَضِّحُ لنا أن أيَّ شخصٍ - بما في ذلكَ المخلصونَ للالتماسِ الحرِّ للمعرفةِ مثلَ **بروكا** - يُمكنُ أن ينخدعَ بالتعصبِ المتفشِّي من حولِهِ».

بعدَ أربعينَ عامًا، بحثتُ عن دماغِ **بروكا** من أجل الموسمِ الثالثِ من برنامجِ «الكون». لكنَّه اختفَى؛ إذ فُقِد في أثناءِ نقلِ مجموعةِ المعروضاتِ من المتحفِ إلى متحفٍ آخرَ، أو ربما لم يَعُدْ مناسبًا لعرضِه للجمهورِ. بتذكُّري ذلكَ الآنَ، أرى أنَّهُ من المفرحِ والمروِّعِ في الوقتِ نفسِه إدراكُ ما وَصَلْنَا إليهِ، وما لا نزالُ نُعَانِيهِ مِنْ جَهْلٍ.



أثبتَ **بروكا** للمرةِ الأولى أنَّ ثمةَ روابطَ ماديةً بينَ تشريحِ الدماغِ ووظيفتِهِ. لكنْ ماذا عن طاقةِ الوعيِ المتقدةِ؟ ماذا عن الأشياءِ التي تتكوَّنُ منها الأحلامُ؟ لا يُمكنُنا وضعُ ذلكَ في برطمانٍ.

عندما كانَ قدماءُ المصريينَ يَنْظُرُونَ إلى السماءِ ليلاً، كانوا يَرَوْنَ الجزءَ السفليَّ من الإلهةِ **نوت**، إلهة الليلِ المرصعِ بالنجومِ. واعتقدوا أنهم عندما كانوا يُغْلِقُون أعينَهُمْ ويبدءون في الحلمِ، كانوا ينتقلُون إلى الحياةِ الآخرةِ. ومن ثَمَّ، تحوَّلَ الحلمُ إلى طقسٍ صارَ فيه نوعًا من العبادةِ، فأصبح وسيلةً لمعرفةِ ما يحمِلُهُ المستقبلُ أو للتواصلِ مع الآلهةِ في أثناءِ النومِ. وكانَ المؤمنونَ يذهبونَ إلى المعبدِ ليحلمُوا. ولإعدادِ أنفسِهِم لذلكَ، كانوا يَنْزَوُونَ في مكانٍ منعزلٍ ويصومونَ لتطهيرِ عقولِهِم وأبدانِهِم. وباستخدامِ قلمٍ مستدقِ الطرفِ على قطعةٍ مِن الكتانِ الأبيضِ الناصعِ، كانوا يكتبونَ صلاةً لإلهٍ معينٍ، ثم تُحرَقُ هذه القطعةُ أملاً في أن يرسلَ الدخانُ محتواها إلى العالمِ السفليِّ. آمنَ المصريون القدماءُ، الذين حيَّرَهُم الحدُّ الفاصلُ بين حياتِنا في اليقظةِ والنومِ، بأنَّ الأحلامَ ذات حقيقةٍ ماديةٍ. فإنْ لم تكن كذلكَ، كيفَ يُمكِنُ تفسيرُ التفاصيلِ المذهلةِ للأحلامِ النابضةِ بالحياةِ؟

بعدَ آلافِ السنينَ، اعتقدَ عالمٌ إيطاليٌّ أيضًا عاشَ في القرنِ التاسعَ عَشَرَ أنَّ الأفكارَ الواعيةَ وغيرَ الواعيةِ لها في الواقعِ حقيقةٌ ماديةٌ، وأنَّ الأحلامَ ظواهرُ ماديةٌ يُمكِنُ تسجيلُها. وتوصَّلَ إلى طريقةٍ لإثباتِ ذلك في مكانٍ شَهِدَ خرابًا في العقولِ وضياعًا للأحلامِ. كان **مانيكوميو دي**

كوليجنو في تورينو بإيطاليا ديرًا مهيبًا عندما شُيِّدَ في القرنِ السابعَ عَشَرَ، لكن حين صَارَ مستشفًى للأمراضِ النفسيةِ في عامِ 1850، كان قَدْ فَقَدَ بالفعلِ الكثيرَ من عظمتِه. وفي ذلكَ المكانِ، أجرَى **أنجيلو موسو** تجارِبَهُ على الأحلامِ والأفكارِ.

جاهَد **موسو**، الذي كان طفلاً لوالدَيْنِ من الطبقةِ العاملةِ، ليُصبِحَ عالِمًا. وعَمِل في الأساسِ في مجالَيِ الصيدلةِ وعلمِ وظائفِ الأعضاءِ. وفي عصرٍ عَمِلَ فيهِ الناسُ حتى الموتِ حرفيًّا، دونَ وجودِ أيِّ حمايةٍ قانونيةٍ يُمكِنُ اللجوءُ إليها في هذا الشأنِ، رأى **موسو** في العلمِ وسيلةً لتحسينِ ظروفِ العملِ. فصمَّمَ مخطاطَ العملِ، أو ما يُسمَّى «مقياسَ التعبِ»، لقياسِ تأثيرِ الإجهادِ الشديدِ الذي يَتَسَبَّبُ فيه العملُ الشاقُّ على جسمِ الإنسانِ وعقلِهِ. واعتقَدَ **موسو** أنَّ الإرهاقَ حالةٌ بدنيةٌ ونفسيةٌ، وليس علامةً على الضعفِ أو عيبًا في الشخصيةِ. فالإرهاقُ هو الوسيلةُ التي يقولُ لكَ بها جسدُك إنه عليكَ التوقُّفَ عما تَفْعَلُهُ لتجنُّبِ التعرضِ لإصابةٍ. واستنتجَ **موسو** أنَّ للإجهادِ ميزةً تطوريةً، شأنُهُ شأنُ الخوفِ، وألَّفَ كِتَابَيْنِ مُؤَثِّرَيْنِ واسِعَي الانتشارِ يتكوَّنُ عنوانُ كلٍّ منهما من كلمةٍ واحدةٍ، وهما: «الإجهادُ» و«الخوفُ».

يبدأُ كتابُ «الإجهادِ» بملاحظاتِ **موسو** عن إنهاكِ السمانِ وغيرِهِ من الطيورِ المهاجرةِ التي تَصِلُ إلى بالو في إيطاليا بعدَ الطيرانِ من إفريقيا. وبعدَ مائةٍ وخمسينَ صفحةً تناوَلَ فيها موسو الإعياءَ الشديدَ في الكثيرِ مِن أنواعِ الكائناتِ المختلفةِ، يستعرِضُ إنهاكَ عمَّالِ المصانعِ، كاشفًا الستارَ عن جحيمِ الثورةِ الصناعيةِ وأثرَها السلبيَّ على الحياةِ الأسريةِ والسلامةِ البدنيةِ.

وللتوصلِ إلى «قانونِ إرهاقٍ» علميّ وقابلٍ للقياسِ كميًّا بحقٍّ، صَمَّمَ موسو جهازًا يُمكِنُهُ تسجيلُ تدفُّقِ الدمِ في الجسمِ. ولاختبارِهِ، طلَبَ من مساعدِهِ خلْعَ ملابسِهِ والاستلقاءَ على طاولةٍ فائقةِ الاتزانِ. وأوصلَ أجهزةَ استشعارٍ بإصبعِ قدمِ مساعدِهِ الكبيرِ وإحدى يَدَيْهِ وقَلْبِهِ. وكانتْ تلكَ الأجهزةُ متصلةً بأسطوانةٍ دوَّارةٍ مغطاةٍ بورقِ رسمٍ بيانيٍّ وتدورُ مثلَ صندوقِ الموسيقى.

وكانَتْ هناكَ إبرةٌ تُسَجِّلُ تدفُّقَ الدمِ، بالضبطِ مثلَ جهازِ التخطيطِ الكهربائيِّ للقلبِ. فقَدِ ابتكرَ **موسو** جهازَ قياسِ ضغطِ الدمِ.

إذا كانَ مِن الممكنِ تسجيلُ نبضِ القلبِ، فماذا عن نشاطِ الدماغِ؟ تساءَلَ **موسو** عن كيفيةِ تدوينِ الهمهماتِ الدقيقةِ للدماغِ الذي يَتَمَتَّعُ بحمايةِ الجمجمةِ. هل كانَتْ هناكَ طريقةٌ لفعلِ ذلكَ دون الإضرارِ بالشخصِ الخاضعِ لهذه العمليةِ؟ وصلَ مريضٌ آنذاكَ إلى المستشفى ساعدَ **موسو** في الإجابةِ عن هذهِ الأسئلةِ.

سَقَط **جيوفاني ثرون** من ارتفاعٍ شاهقٍ وهوَ لم يَتَعَدَّ ثمانيةَ عَشَرَ شهرًا. فتهشَّمَتْ جمجمتُهُ تهشمًا بالغًا حالَ دونَ إصلاحِ جزءٍ منها بإعادتِهِ إلى مكانِهِ الأصليِّ. وجرَّاء ذلك السقوطِ، صَارَ **جيوفاني** يُصابُ بنوباتِ صرعٍ متكررةٍ وعنيفةٍ. وهَجَرَهُ والداهُ في مستشفى **مانيكوميو بتورينو** عندما بلَغَ الخامسةَ مِن عمرِهِ؛ بسببِ خوفِهِما أو ربما لِعَدَمِ تمكنهما من تحملِ الأمرِ أكثرَ مِن ذلكَ.

عندما التقى **موسو بجيوفاني** بعدَ ذَلِكَ الحينِ بستةِ أعوامٍ، أدركَ أن تلكَ الإصابةَ الكارثيةَ التي دَمَّرَت حياةَ **جيوفاني** كانتْ فرصةً طبيةً يندُرُ حدوثُها. كانَ الصبيُّ يرتدي قبعةً جلديةً خاصةً غَطَّتِ الجزءَ المفقودَ من جمجمتِهِ. وأسفلَ تلك القبعةِ، وَجَدَ **موسو** مدخلاً إلى الدماغِ. فصمَّمَ



أجرى أنجيلو موسو في كثيرٍ مِن الأحيانِ التجاربَ على نفسِهِ، مطورًا أدواتٍ استشعرَتْ تدفُّقَ الدمِ، والتي كانتِ البذرةُ الأولى لجهازِ التخطيطِ الكهربائيِّ للقلبِ في عصرِنا الحاليِّ.

وصنع ماكينةً دقيقةً للغايةِ بإمكانِها تسجيلُ مسارِ تدفقِ الدمِ عبرَ الدماغِ. لكن **جيوفاني** كانَ يُصَابُ بالهياجِ الشديدِ في أثناءِ ساعاتِ يقظتِهِ، ومِن ثم لم يَكنْ بإمكانِ **موسو** دراستُهُ إلا في أثناءِ نومِهِ. كانَ **موسو** بحاجةٍ لأن يكونَ **جيوفاني** ساكنًا تمامًا كي يُسَجِّلَ الأثرَ الخافتَ لأفكارِهِ.

كتَبَ **موسو**: «عندما رأيتُ **جيوفاني** في فبراير عامَ 1877، كانتْ هناكَ فتحةٌ كبيرةٌ في جمجمتِهِ مغطاةٌ بالجلدِ. وقد أوقفَ حادثُ السقوطِ المروِّعُ نُمُوَّهُ العقليَّ إلى الأبدِ. والمحزنُ أنَّ ثمةَ فكرةً واحدةً ساميةً من آثارِ حياتِهِ السابقةِ ظَلَّتْ تُرَاوِدُهُ في ظلِّ ما أصابَ عَقْلَهُ مِن تدميرٍ، وهيَ شعارٌ ظَلَّ يُرَدِّدُهُ باستمرارٍ: «أريدُ الذهابَ إلى المدرسةِ»».

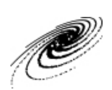
عندما كان الصبيُّ ينامُ، كان مساعدُ موسو يوصِّلُ جهازَ استشعارٍ بعينِ الصبيِّ اليُمنى بحذرٍ شديدٍ؛ حيثُ كانَ النسيجُ الندبيُّ الذي يُغطِّي الدماغَ هو الأقلَّ سمكًا.

دوَّن **موسو** ذلك فقال: «كانَ ذَلِكَ من أكثرِ المشاهدِ المثيرةِ التي يُمكِنُ رؤيتُها في سكونِ الليلِ على ضوءِ مصباحٍ صغيرٍ، وهوَ مشاهدةُ ما يحدُثُ في دماغِ هذا الصبيِّ، بينما لم يكُنْ هناكَ أَيُّ سببٍ خارجيٍّ ليُزْعِجَ هذه الحياةَ الغامضةَ التي يشهدُها في نومِهِ. ظل نَبْضُ الدماغِ منتظمًا تمامًا، وضعيفًا للغايةِ على مدى عشرةٍ أو عشرينَ دقيقةً... ثم بدأَ فجأةً، دونَ أيِّ سببٍ واضحٍ، يَزِيدُ ويدقُّ بقوةٍ أكبرَ. فانقطعتْ أنفاسُنَا».

انتظرَ **موسو** في تخوفٍ ليرى ما إذا كان جهازُهُ سيُسَجِّلُ نبضاتِ الدماغِ مثلما سجَّلَ ابتكارُه السابقُ نبضاتِ القلبِ. وفي تلك اللحظةِ مِن روايتِهِ لما حَدَث في تلك الليلةِ، امتزجتْ شخصيتاهُ كعالِمٍ وشاعرٍ معًا. فكتب متسائِلاً: «هل ربما جاءتِ الأحلامُ لتمنحَ ذلك الصبيَّ التعيسَ بهجةً أثناء نومه؟ هل ارتسمَ بوضوحٍ وَجْهُ أمهِ وذكرياتُ طفولتِهِ المبكرةِ في ذاكرتِهِ، فأنار ظلمةَ عقلِهِ، وجعَلَ عَقْلَهُ يخفُقُ من فرطِ السعادةِ، أم كانَ ذلك اضطرابًا غيرَ واعٍ للمادةِ كمدٍّ وجزرٍ في بحرٍ مِن الوحدةِ لا يَعْلَمُهُ أحدٌ؟».

في تلكَ الليلةِ الشتويةِ، لم يتمكَّنْ جهازُ **موسو** من الإجابةِ عَن تلكَ الأسئلةِ، لكنَّهُ سَجَّلَ بالفعلِ أثرَ حلمِ **جيوفاني**. لقدِ ابتكرَ **موسو** التصويرَ العصبيَّ، وأثبتَ أنَّ الدماغَ يَقُومُ بنوبةِ عملٍ ليليةٍ. فَهُوَ ينشغلُ، حتى في أثناءِ النومِ، بمعالجةِ أمورِ الحياةِ مِن خلالِ تخطيطِ أحلامِنا وتصويرِها.

بعدَ ثلاثةِ أشهرٍ مِن تلكَ الليلةِ، تُوُفِّيَ **جيوفاني** لإصابتِهِ بفقرِ الدمِ، وهو لم يبلُغْ بعدُ الثانيةَ عشْرَةَ مِن عمرِهِ.



ألهمَ إنجازُ **أنجيلو موسو** الرائدُ في مجالِ علمِ الأعصابِ رَجلاً آخرَ لدفعِ ذلكَ العملِ خُطوةً هائلةً إلى الأمامِ. فأرادَ أن يُثبِتَ أن القوةَ الروحانيةَ حقيقيةٌ. وكانَ ذلكَ كلُّه بسببِ حادثٍ غريبٍ.

حلمَ **هانز برجر** بأنْ يُصبِحَ عالمَ فلكٍ، لكنَّهُ لم يكنْ ماهرًا في الرياضياتِ. لذا، في عامِ 1892، وهو في سنِّ التاسعةَ عشْرَةَ، التحقَ بالجيشِ الألمانيِّ. وبينما كان يمتطِي جوادَهُ الذي أطلقَ له العنانَ بعضَ الشيءِ على هضبةٍ متجهًا نحوَ المعسكرِ، تعثَّرَ الجوادُ وأسقطَ **برجر** على الطريقِ أمامَ عربةٍ مدفعيةٍ ثقيلةٍ تتحرَّكُ بسرعةٍ. بدا الوقتُ يمرُّ بطيئًا عندما أدركَ **برجر** أنه على وشكِ أن يُسحَقَ حتى الموتِ تحتَ عجلاتِ العربةِ. وعندما عادَ الوقتُ إلى إيقاعِهِ الطبيعيِّ، رأى **برجر** أنَّ السائقَ قد أوقفَ العربةَ على بُعدِ بضعِ سنتيمتراتٍ من مكانِ وقوعِهِ. صدمتْ تلك المواجهةُ مع الموتِ **برجرَ**، لكنَّ شيئًا حدَثَ لاحقًا في تلكَ الليلةِ أصابَهُ بصدمةٍ أكبرَ.

بينما كانَ الجنودُ من رفاقِ **برجر** يمرحونَ ويَرْتَعون، ظلَّ هو جالسًا على سريرِهِ ولم تفارِقه صدمةُ الحادثِ بعدُ. في البدايةِ، لم يلحَظْ حتى الصبيَّ الذي وقفَ أمامَهُ حاملاً برقيةً. فتحَ **برجر** البرقيةَ، وما قرأَهُ فيها غيَّرَ مسارَ حياتِهِ. لقد كانتْ من والدِهِ، الذي كانَ شخصًا جافًّا فاترَ المشاعرِ لم يَسْبِقْ أن أرسلَ له برقيةً مِن قبلُ. ذكرتِ البرقيةُ أنَّ أختَ **برجر** الكبرى أُصيبتْ بهلعٍ لتأكُّدِها منْ وقوعِ أمرٍ مُرَوِّعٍ لأخِيهَا الصغيرِ.

تساءلَ **برجر**: هلْ مِنَ الممكنِ أنه في اللحظةِ التي أدركَ فيها أنه سيموتُ، أرسلَ دماغُهُ رسالةً بالتخاطرِ إلى أختِهِ التي كانتْ أقربَ الناسِ إليه؟ وعقَدَ العزمَ على معرفةِ الإجابةِ عَنْ ذلكَ السؤالِ. فاجتهدَ ودرسَ الطبَّ ليصبحَ طبيبًا وأستاذًا بجامعةِ ينا. وكانَ يعمَلُ في النهار مع طلابِهِ وزملائِهِ الذينَ رأَوْا فيه شخصًا رسميًّا للغايةِ ولا يتمتعُ بروحِ المغامرةِ العلميةِ. لكنَّهُ كان يتسلَّلُ ليلاً إلى مُختَبرِهِ السريِّ في الريفِ البافاريِّ لإجراءِ تجاربَ على نشاطِ الدماغِ. فقَدْ عَزَمَ على إثباتِ أنَّ الطاقةَ الروحانيةَ حقيقيةٌ، لكنَّه خَشِي لو اكتشفَ أحدٌ هدفَهُ العلميَّ الحقيقيَّ، أن يتعرضَ للاستهزاءِ والإقصاءِ من مهنتِهِ.

أعدَّ **برجر** جهازًا تجريبيًّا يُشبهُ جهازَ **موسو** بعضَ الشيءِ. وفي أثناءِ الوقوفِ أمامَ المرآةِ، غرزَ إبرًا فضيةً رفيعةً في دماغِهِ. كانتْ تلكَ الإبرُ متصلةً بأسلاكٍ مرتبطةٍ بجهازٍ متصلٍ بدورِهِ بأسطوانةٍ دوَّارةٍ. ومع وجودِ الإبرِ في مكانِها، كان يرفعُ ذراعَ تحكمٍ يُرسِلُ دفعةً من الكهرباءِ إلى الإبرِ، فيجفُلُ من الألمِ جَرَّاء الصدمةِ. ظلَّتِ الإبرةُ المُسْتَدَقَّةُ الطرفِ ساكنةً على الورقِ الذي يُغَلِّفُ الأسطوانةَ؛ فلَمْ تتحرَّكْ أو تترُكْ أيَّ علامةٍ. وكان عدمُ رؤيةِ أيِّ نتيجةٍ يُثبِّطُ من همةِ **برجر**، لكنَّهُ سرعانَ ما كان يعاودُ التجربةَ مجددًا، محاولاً تحسينَ الجهازِ وأخذَ القياساتِ.

ظلَّ **برجر** يعملُ سرًّا في هذه التجارب على مدى عَقدَيْن من الزمنِ. وبمرورِ السنواتِ، أصبحَ جهازُهُ أكثرَ كفاءةً. فبدأَ في استخدامِ أكوابِ شفطٍ مطاطيةٍ بدلاً من الإبرِ. وأخيرًا في أحدِ الأيامِ، نَقَرَ **برجر** على أحدِ الأزرارِ، فشَعَرَ بهمهمةٍ في الجهازِ، ونظرَ ناحيةَ الأُسطوانةِ الدوَّارةِ. رأى في تلكَ اللحظةِ الإبرةَ المستدقةَ الطرفِ تدوِّنُ موجةً متذبذبةً. فارتسمَتِ ابتسامةٌ كبيرةٌ على مُحَيَّاهُ، وانحنى مخططُ الإبرةِ استجابةً لهذا.

كان ذلكَ أولَ جهازٍ تخطيطٍ لموجاتِ الدماغِ. وجعَلَ ذلك الجهازُ، الذي ابتكرَهُ **برجر**، مِنَ الممكنِ تفسيرَ الإشاراتِ الكهروكيميائيةِ التي يُنتجها الدماغُ وتشخيصَ العديدِ منَ الأمراضِ العصبيةِ، بما في ذلك الصَّرَعُ. ولم يَجِدْ **برجر** أبدًا أيَّ دليلٍ على الطاقةِ الروحانيةِ أو التواصلِ التخاطريِّ. فأُصيبَ باكتئابٍ شديدٍ، وشنَقَ نفسَهُ في مختَبَرِهِ السريِّ عامَ 1941.

لا يزالُ جهازُ تخطيطِ موجاتِ الدماغِ مستخدمًا حتى يومِنا هذا، على الرغمِ من امتلاكِنا الآنَ أساليبَ أكثرَ دقةً بكثيرٍ منهُ لرؤيةِ ما يفعلُهُ الدماغُ وتسجيلِه، بلْ إننا بَدَأْنا أيضًا في فكِّ شفرةِ لغةِ التفكيرِ الكهروكيميائيةِ.



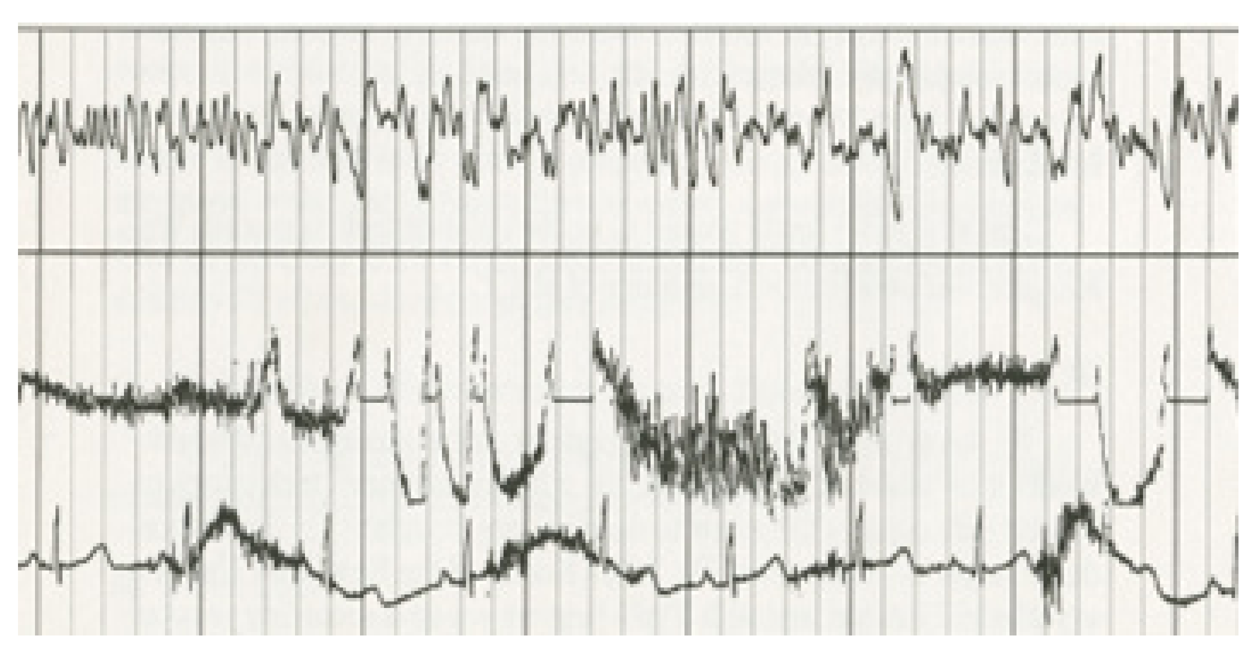
بعدَ مائةِ عامٍ بالضبطِ من تسجيلِ **أنجيلو موسو** الهمهماتِ الكهربائيةَ لحلمِ **جيوفاني** لأولِ مرةٍ في التاريخِ، سجلتُ أنا موجاتِ دماغي في عامِ 1977 لإرسالِ رسالةٍ إلى الكائناتِ التي قد تكونُ

موجودةً في مجرةِ دربِ التبانةِ، وتلتقي مصادفةً بإحدى مركبتَيْ فضاءٍ مهجورتَيْنِ في أيِّ وقتٍ خلالَ خمسة مليارات سنةٍ لاحقةٍ. حَدَثَ ذلكَ عندما طَلَبَ مني **كارل ساجان** أن أتولَّى مهمةَ الإخراجِ الإبداعي لرسالةٍ فضائيةٍ على درجةٍ غيرِ مسبوقةٍ مِن التعقيدِ كانَ مِن المقرَّرِ تثبيتُها على جانبِ مركبتَيْ الفضاءِ «فوياجر 1» و«فوياجر 2» التابعتَيْنِ لوكالةِ ناسا. كانتِ المركبتانِ ستتولَّيانِ أولَ مهمةِ استطلاعٍ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ قبلَ التجوُّلِ في أنحاءِ المجرةِ لعدةِ ملياراتٍ من السنينَ المقبلةِ. وتكوَّنَ أحدُ أجزاءِ الرسالةِ، والذي صارَ يُطلَقُ عليها السجل الذهبيُّ، من موسيقى مثَّلتِ العديدَ مِن الثقافاتِ البشريةِ، بما في ذلكَ موسيقى الدلتا بلوز، والبان فلوت البيروفي، وجاميلان الجاويون، وأغاني الليلِ لشعبِ النافاجو، والطبولُ السنغاليةُ، والشاكوهاتشي الياباني، وجوقةُ الرجالِ الجورجيةِ، وغيرُ ذلكَ الكثيرُ. وخُصِّصَ جزءٌ آخرُ من التسجيلِ للأنواعِ المختلفةِ مِن الأصواتِ، مثلَ أولِ صرخةٍ لطفلٍ وليدٍ وهمهماتِ الأمِّ المُهدِّئةِ له، وزئيرِ طائرةٍ حربيةٍ، وصوتِ الجدجد، وصوتِ قبلةٍ، والتحيةِ بتسعٍ وخمسينَ لغةً مختلفةً ومثال واحد على لغةِ الحيتانِ. لم تكنْ لدينا أيةُ فكرةٍ عَمَّنْ قدْ يَسْمَعُ هذا التسجيلَ أو ما سَيَعْنِيهِ لَهُ، لكنَّنا عَلِمنا أن تلكَ المهمةَ مقدسةٌ. فما من شيءٍ صَنَعَه الإنسانُ سيُسَافِرُ إلى مثلِ تلكَ المسافةِ البعيدةِ، وستستمرُّ رحلتُهُ كلَّ تلكَ الفترةِ. في عامِ 1977، وبينما كانتْ رَحَى الحربِ الباردةِ دائرةً، نظرنا إلى مُهِمَّتِنا على أنَّهَا أشبهُ ببناءِ سفينةِ نوحٍ للثقافةِ البشريةِ.

وقعتُ أنا و**كارل** في الحبِّ في فصلِ الربيعِ من ذلكَ العامِ، بينما كنا نعمَلُ على إعدادِ هذَا السجلِّ الذهبيِّ. كانَ قدْ مرَّ على تعارفِنا ثلاثةُ أعوامٍ كصديقَيْنِ وزميلَيْ عَمَلٍ، بينما كانَ كلٌّ منَّا مرتبطًا بشخصٍ آخرَ. في تلك الحياةِ الأخرى، سألتُ **كارل** عما إذا كانَ مِنَ الممكنِ أنْ يفكَّ الفضائيونَ الْمُتَخَيَّلُون شفرةً مُكوَّنَةً من إشاراتٍ تُسجِّل تأمُّلي باستخدامِ جهازٍ لتخطيطِ موجاتِ الدماغِ وجهازِ تخطيطِ كهربيةِ القلبِ وتخطيطٍ لحركةِ العينِ السريعةِ في أثناءِ النوم. فأجاب **كارل**: «إنَّ ملياراتِ الأعوامِ فترةٌ طويلةٌ، يا **آني**. فلتفعلِي ذلكَ».

جاءتْ جلسةُ التسجيلِ في مستشفى نيويورك بعدَ يومَيْن فقطْ منْ إفصاحِنا عن مشاعِرِنا لبعضِنا في مكالمةٍ هاتفيةٍ عن بُعدٍ واتخاذِنا قرارًا بالزواجِ. تضمَّنَ مسارُ أفكاري في التأمُّلِ سردًا مطولاً لتاريخِ كوكَبِنا على مدى عدةِ ملياراتٍ مِن الأعوامِ. ومع اقترابِ نهايةِ ساعةِ التسجيلِ، سَمَحْتُ لنفسي بالخوضِ في تأملٍ شخصيٍّ للحبِّ الذي عثرتُ عليه قبلَ بضعِ ساعاتٍ فقط. وستظلُّ سعادتي الغضةُ بالعثورِ على حُبي الحقيقيِّ موجودةً في تلكَ السجلاتِ لفترةٍ تفوقُ وجودَ الأرضِ ذاتِها!

من عرباتٍ تجرُّها الخيولُ إلى مركبةٍ تسيرُ بينَ النجومِ في مائةِ عامٍ فقط، ومن برقياتٍ تُسلَّمُ باليدِ إلى إرسالِ أفكارِنا إلى بعضِنا بعضًا بسرعةِ الضوءِ، وإرسالِ أعمقِ مشاعِرِنا عبرَ مجرةِ دربِ التبانةِ، لتصلَ بعدَ ملياراتِ السنينَ منَ الآنَ، كيفَ قُمنا بهذهِ الخطوةِ؟ ولماذا نحنُ الذين قُمنا بها؟ مِن بينِ ملياراتِ الأنواعِ التي عاشَتْ على الأرضِ، لماذا نحن وليس أيُّ نوعٍ آخرَ؟ لقد أرسلنا مبعوثينا الآليينَ لاستكشافِ صحارِي المريخِ الحمراءِ والدورانِ حولَ ذلكَ العالمِ بالأقمارِ الصناعيةِ. لم نبدأْ في فعلِ ذلكَ إلا منذ 60 عامًا فقط؛ أي أقلَّ من متوسطِ عمرِ الإنسانِ، وانظُرْ إلى أيِّ مدًى وصلتْ روبوتات كوكَبِنا الصغيرِ!



موجاتُ دماغ آن درويان ونبضاتُ قلبها المسجلةُ في يونيو عامَ 1977 من أجلِ السجلّ الذهبيِّ المرفَقِ بمركبةِ «فوياجر» الفضائيةِ. فهل سيتمكَّنُ الفضائيون الموجودون في جزءٍ آخرَ من مجرةِ دربِ التبانةِ بعدَ نحوِ خمسةِ ملياراتِ سنةٍ مِن الآنَ من تفسيرِ الفرحةِ التي تَضَمَّنَتْها هذه الموجاتُ؟

بدأتْ كلُّ ملحمةٍ منْ تلك الملاحمِ الاكتشافيةِ في عقولِنا. ومِنَ السهلِ رؤيةُ لماذا يبدو إدراكُ معقلِ كلِّ هذه الإنجازاتِ الأسطوريةِ أمرًا يتجاوزُ قدرتَنا على الفهمِ. فمِن الصعبِ تصديقُ أنَّ عقولَنا مكوَّنَةٌ من المادةِ نفسِها التي تتكوَّنُ منها بطونُنا وأقدامُنا.



يبدو الوعيُ شيئًا خارقًا للطبيعةِ. فكيفَ يُمكِنُ إدراكُ تسامي كلٍّ مِن الهويةِ والدهشةِ والشكِّ والخيالِ والحبِّ فوقَ جدولِ العناصرِ الدوريِّ؟ ما النجمُ القصيُّ الذي كانَ لا بدَّ أن ينفجرَ ليمنحَ عالَمَنا الإلهامَ؟

إذا أردتَ معرفةَ كيفَ تحوَّلَتِ المادةُ إلى وعيٍ، فعليكَ العودةُ إلى أولِ كائناتٍ وحيدةِ الخليةِ ظهرتْ في المحيطِ. أعلمُ ما يدورُ في ذهنِكَ الآنَ: لا يمكنُ أن يكونَ لتلكَ الكائناتِ الصغيرةِ أدمغةٌ. ومعكَ حقٌّ؛ فهيَ لا تملِكُ أيَّ أدمغةٍ، لكنَّ هذهِ هي بدايةُ الوعيِ. فاستخدمتِ الميكروباتُ

سِيَاطَهَا الدقيقةَ للسباحةِ نحوَ ضوءِ الشمسِ الذي يغمرُ سطحَ المحيطِ، بينما لجأتْ أُخرى إلى الأعماقِ. ربما لم تعلَمْ تلك الميكروباتُ الوحيدةُ الخليةِ الكثيرَ، لكنَّها عَلِمَتْ بعضَ الأمورِ، وهي: «لنذهَبْ إلى الضوءِ... لا! هذا الضوءُ ساطعٌ للغايةِ. لنبحَثْ عن مكانٍ مظلمٍ». نحن لا نعلَمُ على نحوٍ مُؤَكَّدٍ متى بالضبطِ تطوَّرَتْ أولُ سياطٍ للميكروباتِ، لكنَّ ذلكَ حَدَث في مرحلةٍ ما في أثناءِ خريفِ عامِ التقويمِ الكونيِّ.

عندما تفكِّرُ في الأمرِ، ستُدركُ أنَّ السمةَ المميزةَ للحياةِ هي القدرةُ على التكيُّفِ مع البيئةِ المحيطةِ. ولا يمكنُ إجادةُ فعلِ ذلكَ دُون وجودِ مستوى معينٍ من الوعيِ. فعلى مدى ملياراتِ السنينَ، صارتْ تلكَ الكائناتُ أكثرَ بكثيرٍ مِن مجموعِ أجزائِها.

في قاعِ البحرِ، قبالةَ ساحلِ شيلي وبيرو، يَعيش ما يُعَدُّ على الأرجحِ أكبرَ كائنٍ حيٍّ على وجهِ الأرضِ. وذلك الكائنُ، الذي يتكوَّنُ من ملايينَ من المحالقِ التي تتمايلُ في حركةٍ رشيقةٍ تحتَ سطح الماءِ، هو مجتمعٌ مِنَ الميكروباتِ بحجمِ دولةِ اليونانِ. قد لا يبدو ذلكَ أكثرَ مِنْ حصيرةٍ شعثاءَ متموِّجةٍ، لكنْ ثمةَ أمرٌ أكثرُ إذهالاً من ضخامتِهِ. فالأسلافُ القديمةُ لتلكَ المستعمراتِ، التي حُفِظتْ في حفرياتٍ تُسمَّى ستروماتوليت، تكوَّنت من الزراقمِ، وهي ميكروباتٌ يُمكنُها القيامُ بالتمثيلِ الضوئيِّ. وكانتْ تلك خطوةً مبكرةً في تطورِ الأدمغةِ. فعندما كانتِ الميكروباتُ الموجودةُ في مركزِ تلك الحصيرةِ الضخمةِ تشعرُ بالجوعِ، كانت تُرسل رسائلَ كهربائيةً عبرَ موجاتٍ منَ البوتاسيومِ إلى رفاقِها من الميكروباتِ التي تعيشُ عندَ الحافَةِ الخارجيةِ. وكانت تلكَ الرسائلُ تنتقِلُ عبرَ مساراتٍ تُسمَّى القنواتِ الأيونيةَ. فكانتْ موجاتُ البوتاسيوم الكهرمانيِّ اللونِ تنطلِقُ من الميكروباتِ الموجودةِ في المنتصفِ إلى تلك الموجودةِ عندَ الأطرافِ. وكان محتوى الرسالةِ هو: «يا رفاق، تَوَقَّفوا عن الْتهامِ كلِّ الطعامِ!». فكانتْ ميكروباتُ الحافَةِ الخارجيةِ تَرُدُّ عليها بتقليلِ ما تحصلُ عليه من مُغذياتٍ. من المحتملِ أن يكونَ الأسلافُ القدماءُ قد طَوَّروا خلايا تُسمَّى الخلايا العصبيةَ المتخصصةَ في هذا النوعِ من إرسالِ الرسائلِ.

إنَّ الخلايا العصبيةَ هي الوحدةُ الأساسيةُ للأجهزةِ العصبيةِ في كلِّ أشكالِ الحياةِ بمملكةِ الحيوانِ، بما في ذلكَ البشرُ. ولا تختلِفُ هذهِ الخلايا كثيرًا في طبيعتِها - هذا إن اختلفتْ على الإطلاقِ - من نوعٍ لآخرَ، لكنها تتنوَّعُ بصورةٍ كبيرةٍ في أعدادِها. وفي الواقعِ نحن نعتقدُ الآنَ أنَّ الصرعَ ربما يكونُ ناجمًا عن خللٍ في القنواتِ الأيونيةِ العصبيةِ بالدماغِ.

لو عقَدنا مقارنةً بين حصيرةٍ ميكروبيةٍ و**إسحاق نيوتن**، فسنجدُ أنه تَفْصِلُهما مئاتُ الملايينِ مِنْ سنواتِ التطورِ، لكنهما يتشاركانِ في الوحدةِ الأساسيةِ نفسِها للتفكيرِ. إنَّ نظامَ إرسالِ الرسائلِ، الذي بدأَتْه الميكروباتُ قبلَ نحوِ أربعةِ ملياراتِ سنةٍ، لا يزال موجودًا بداخِلِنا. إنه مدوَّنٌ في كتابِ الحياةِ ومسجلٌ في جميعِ جيناتِنا. ينبضُ القلبُ ويفكِّرُ العقلُ؛ لأنَّ تلكَ الميكروباتِ القديمةَ تجمَّعتْ معًا، وصارتْ شيئًا أكثرَ تعقيدًا، ومنَ المستحيلِ التنبؤُ به. فما كانَ لأحدٍ ينظُرُ إلى حصيرةٍ ميكروبيةٍ قبلَ ثلاثةِ ملياراتِ عامٍ أن يتوقَّع تطوُّرَ الكائناتِ الحيةِ الوحيدةِ الخليةِ على الأرضِ لتصبحَ الإنسانَ. هذا ما يحدثُ عندما تتفاعلُ الكائناتُ الحيةُ والبيئاتُ معًا على مَرِّ العصورِ، وهو ما يمكِّنُ الكائناتِ الأصغرَ حجمًا من الاتحادِ والتطورِ. وعندما تصيرُ الكائناتُ الناتجةُ أكثرَ من مجموعِ أجزائِها، يُطلَقُ على هذهِ الظاهرةِ الانبثاقُ.

يُعَدُّ قنديلُ البحرِ نموذجًا جيدًا للانبثاقِ. فهو لا يملِكُ دماغًا أو عينَيْنِ أو قلبًا. وإنما هو أشبه بالستروماتوليت، أي مجموعةُ الزراقمِ الأصغرِ حجمًا التي ارتبط بعضُها ببعضٍ مدَى الحياةِ. لكنَّه أكثرُ جمالاً بكثيرٍ مِن مستعمراتِ الميكروباتِ، وذو شخصيةٍ مميزةٍ أكثرَ بكثيرٍ - ويحتوي على 5600 خليةٍ عصبيةٍ.

لكنْ لا يمكنُ للخليةِ العصبيةِ الوجودُ دونَ مشبكٍ عصبيٍّ، وهو تلكَ الوصلةُ التي تتدفَّقُ فيها المعلوماتُ بين الخلايا العصبيةِ وتنبثِقُ فتصيرُ حالاتٍ منَ الوعيِ المكثَّفِ؟ لقد شكَّلَتِ المشابكُ العصبيةُ خطوةً تطوريةً هائلةً، وتُوجَدُ في بعضِ أنواعِ قناديلِ البحرِ. ويمكُنُ أن تعملَ أجزاؤُها

الفرديةُ بصورةٍ مستقلةٍ. ويمكنُ أن تنقسِمَ إلى نصفَيْنِ وتكوِّنَ قنديلَي بحرٍ منفصلَيْنِ كاملَيْنِ. ما أَعنِيهِ هنا هو: ما شكلُ الحياةِ الذي يُمكنُه فعلُ ذلك؟

حسنًا، في الواقعِ، أعرف شكلاً للحياةِ يُمكنُهُ فعلُ ذلكَ. فيمكنُ قطعُ رأسِهِ، فتنمو له رأسٌ أخرى. ولا يمكنُ، في الحقيقةِ، قتلُهُ بالسكينِ. إنه مخلوقٌ يبدو كقطعةٍ مجعدةٍ من فستانٍ مبهرجٍ، لكنْ له قصةٌ عظيمةٌ.

قبلَ زمنٍ طويلٍ، منذ نحو 600 مليونِ سنةٍ، ظهر لأولِ مرةٍ شيءٌ جديدٌ على كوكبِ الأرضِ، وهو مركزُ أوامرَ يمكنُهُ إدراكُ بيئتِهِ والتفاعلُ معها؛ إنه الدماغُ. ونعتقِدُ أن ذلكَ حَدَثَ للمرةِ الأولى داخلَ دودةٍ مسطحةٍ قديمةٍ، وهي أولُ صائدِ حيواناتٍ. كانَ الدماغُ هو ما يحتاجُهُ بالضبطِ هذا

هذا القنديلُ اللاسعُ البنفسجيُّ اللونِ (واسمه العلمي Pelagia noctiluca) الذي يعيشُ في مالطا، ليسَ له دماغٌ وإنما شبكةُ خلايا عصبيةٍ منتشرةٍ في جميعِ أنحاءِ جسمِهِ.



هذا القنديلُ اللاسعُ البنفسجيُّ اللونِ (واسمه العلمي Pelagia noctiluca) الذي يعيشُ في مالطا، ليسَ له دماغٌ وإنما شبكةُ خلايا عصبيةٍ منتشرةٍ في جميعِ أنحاءِ جسمِهِ.

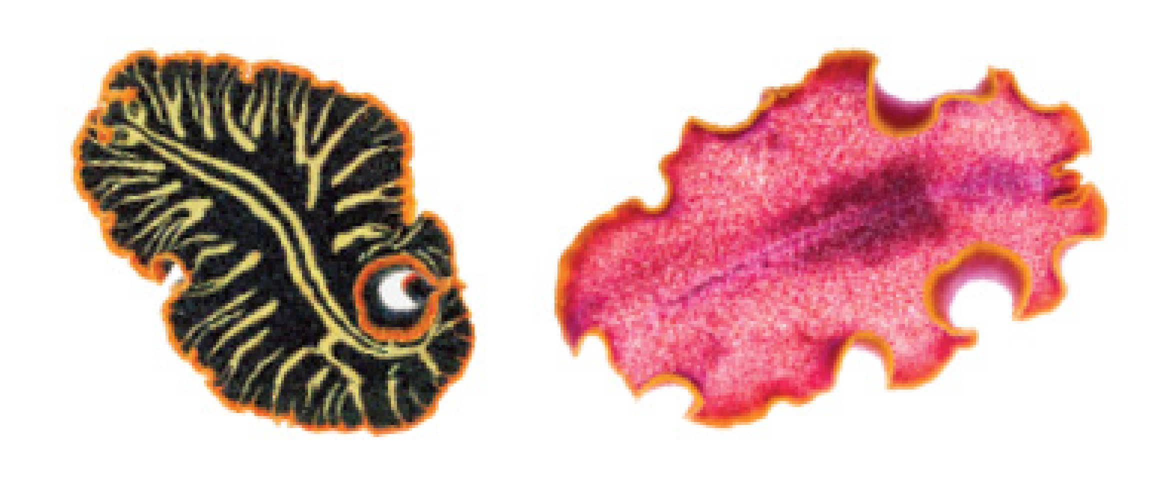


الصيادُ للبحثِ عنِ استراتيجيةِ هجومٍ والتخطيطِ لها. وساعدَ في تلك العمليةِ انبثاقُ عينَيْنِ بمجالاتِ رؤيةٍ متداخلةٍ. وسمحتْ تلكَ الرؤيةُ بالعينين لذلكَ الكائنِ القديمِ بإدراكِ بُعدِ الأعماقِ بدقةٍ أكبرَ ورؤيةِ الأشياءِ بمزيدٍ مِنَ الوضوحِ، وهو الأمرُ الذي حسَّنَ منْ قدرتِهِ على تحديدِ مكانِ الفريسةِ.

احتوى دماغُ الدودةِ المسطحةِ على زوجٍ مِنَ العناقيدِ العصبيةِ السميكةِ يُسمَّيان العُقدَ. امتدتِ الحبالُ من تلكَ العناقيدِ، حاملةً التعليماتِ والأحاسيسَ إلى بقيةِ جسمِ الدودةِ عبرَ نحوِ 8000 خليةٍ عصبيةٍ. وهو عددٌ لا يُقارَن بأشكالِ الحياةِ التي ظَهَرت لاحقًا، لكنَّها بدايةٌ بالغةُ الأهميةِ.

تحتوي الديدانُ المسطحةُ على شيءٍ يُسمَّى الأذنين على جانِبَي رءوسها، حيثُ منَ المفترضِ أن تُوجَدَ أُذناها، لكنَّها في الواقعِ أنوفٌ وليستْ آذانًا. قد لا تُشبِهُ تلك الديدانُ الإنسانَ كثيرًا، لكنْ بينَهُما الكثيرُ مِنَ السماتِ المشتركةِ؛ فنحنُ نتشاركُ معَها في الموادِّ الكيميائيةِ نفسِها التي تتحكَّمُ في أجهزتِنا العصبيةِ، وهي الموادُّ التي تُسمَّى الناقلاتِ العصبيةَ. كمَا أنَّنَا ندمنُ العقاقيرَ ذاتَها. ويمكِنُ للديدانِ المسطحةِ أن تتعلَّمَ؛ فهي تعالجُ المعلوماتِ المتعلقةَ ببيئتِها وتتصرَّفُ وفقًا لهذهِ

المعلوماتِ. ونعتقدُ أنها أولُ حيواناتٍ في الطبيعةِ تمتلِكُ مقدمةً ومؤخرةً ورأسًا، وهو التقسيمُ الجسديُّ الذي ظلَّ موجودًا حتى بعدَ 600 مليونِ عامٍ. وكانَ لتلكَ الديدانِ الريادةُ



تحدد أكثرُ مِن 20 ألفَ نوعٍ مِنَ الديدانِ المسطَّحةِ، التي يُعَدُّ الكثيرُ منها لافقارياتٍ بحريةً ذاتَ ألوانٍ زاهيةٍ، مثلَ الموضحةِ في هذا الشكلِ. وكانت الأسلافُ البعيدةُ لهذهِ المستورقاتِ أولَ كائناتٍ ذاتِ أدمغةٍ.

بحقٍّ بكلِّ ما تَحْمِلُهُ الكلمةُ منْ معنًى. فعلى عكسِ أيِّ شكلِ حياةٍ آخرَ سابقٍ لها، طوَّرتْ تلك الديدانُ خاصيةَ خوضِ أراضٍ مجهولةٍ بحثًا عما تَشْتَهِيهِ.

على الرغمِ مِنْ جوانبِ التشابهِ، ثمةَ فارقٌ كبيرٌ بينَ دماغِ الديدانِ المسطحةِ والدماغِ البشريِّ. فكيفَ وَصَلْنَا منْ تلكَ المرحلةِ إلى ما نحنُ عليه الآنَ؟ لا نعرفُ بعدُ. يرجعُ ذلكَ بصورةٍ أساسيةٍ إلى أنَّ الأدمغةَ تميلُ لأنْ تكونَ غضةً، بمعنى أنها لا تتركُ آثارًا مميزةً في السجلِّ الأحفوريِّ. لكنَّ الدماغَ نفسَهُ يحتفظُ بماضيهِ التطوريِّ.

مثلما أَشَرْنا في سلسلةِ «الكونِ» التلفزيونيةِ الأولى، تُقدمُ مدينةُ نيويورك تشبيهًا ملائمًا للدماغِ؛ إذْ تطوَّرَت من مستعمرةٍ إلى عاصمةٍ عالميةٍ بمرورِها بسلسلةٍ مِنَ التطوراتِ غيرِ المخطَّطِ لها.

فمعَ نموِّ النظمِ المتعددةِ للطرقِ والمياهِ وتوزيعِ الطاقةِ والاتصالاتِ وتغيرِها، كانَ على المدينةِ أن تحافِظَ على عملِها طوالَ الوقتِ، بالضبطِ مثلما كانَ على الدماغِ فعلُ ذلكَ طوالَ عملية التطورِ. فلا يمكنُ للدماغِ ولا المدينةِ التوقفُ عنِ العملِ منْ أجلِ إصلاحاتٍ أو تحسيناتٍ. وإنما ينبغي على الجهازِ الحوفيِّ في الدماغِ الاستمرارُ في العملِ بصورةٍ مثاليةٍ، بينما تتطوَّرُ القشرةُ الدماغيةُ الأحدثُ.

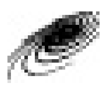
إذا حدثَ أنْ تحولتْ كلُّ محتوياتِ دماغِكَ إلى لغةٍ مكتوبةٍ، ولا أعني بذلكَ المعرفةَ فحسبُ، وإنما أعني قدرتَك على التنفُّسِ واستنشاقِ الزهورِ وتذكُّرِ رائحتِها، وكلَّ الأمورِ الأخرى التي يُحققها الدماغُ برشاقةٍ خلفَ الكواليسِ، وكلَّ ما يَعرِفُ دماغُكَ فعلَهُ، وكلَّ ما يعرفُه عن أيِّ شيءٍ - فإنها ستملأُ كتبًا أكثرَ مما تحتويه أكبرُ مكتباتِ العالمِ. فيوجدُ داخلَ رأسِكَ ما يُساوي أكثرَ مِنْ أربعةِ مليارات كتابٍ. ومثلما كَتَبْنا في أولِ سلسلةٍ من برنامجِ «الكونِ»: «الدماغُ مكانٌ كبيرٌ للغايةِ موجودٌ في مساحةٍ صغيرةٍ للغايةِ».

تكمنُ محتوياتُ هذه الكتبِ في الخلايا العصبيةِ التي كانتْ للحصائرِ الميكروبيةِ الموجودةِ تحتَ سطحِ الماءِ الريادةُ في ظهورِها. إنها عناصرُ تحوُّلٍ كهروكيميائيةٌ دقيقةٌ يبلُغ عرضُها عادةً بضعةَ أجزاءٍ مِنَ المائةِ مِنَ المليمترِ. وكلُّ إنسانٍ يملِكُ نحوَ مائةِ مليارِ خليةٍ عصبيةٍ، وهو ما يُساوي عددَ النجومِ في مجرةِ دربِ التبانةِ. والخلايا العصبيةُ والأجزاءُ المكوِّنةُ لها؛ وهي المحاورُ والتغصُّناتُ والمشابكُ وأجسامُ الخلايا ذاتها، تكوِّنُ شبكةً في الدماغِ. وتملِكُ العديدُ مِن الخلايا العصبيةِ الآلافَ من الروابطِ مع الخلايا المجاورةِ لها. فالتغصُّناتُ، وهي تلك المساراتُ التي تُرسلها الخلايا العصبيةُ للاتصالِ بخلايا عصبيةٍ أخرى، تمدُّ تلك الخلايا العصبيةَ إلى المشابكِ حتَّى تكوِّنَ شبكةَ وعيٍ كاملةً.

إن الكيمياءَ العصبيةَ للدماغِ نشيطةٌ علَى نحوٍ مذهلٍ. فدوائرُها أشبهُ بدوائرِ ماكينةٍ تَفُوقُ في إثارَتِها للدهشةِ أيَّ ماكينةٍ اخترعَها البشرُ. ويعملُ الدماغُ نتيجةً لهذه الوصلاتِ العصبيةِ البالغِ

عددُها مائةَ تريليونِ وصلةٍ، وهي التي تجعلُ الإنسانَ متفردًا. فما يراودُ الإنسانَ منْ أعمقِ مشاعرِ الحبِّ والرهبةِ - في تلكَ اللحظاتِ التي نلمَحُ فيها عظمةَ الطبيعةِ والبنيةِ البديعةِ للوعيِ- كلُّ هذَا يُصبحُ ممكنًا بفضلِ هذه الوصلاتِ. وهذا هوَ جوهرُ الانبثاقِ؛ فوحداتٌ دقيقةٌ منَ المادةِ تعملُ بصورةٍ جمعيةٍ لتصيرَ شيئًا أكثرَ بكثيرٍ مِنْ ذاتِها لتمكِّنَ الكونَ منْ معرفةِ نفسِهِ.

لكنْ ثمةَ رؤيةٌ للانبثاقِ تَسمو بِهِ إلى ما هو أعلى منْ ذلكَ بكثيرٍ.



هل يُمكنُنا معرفةُ الكونِ؟ هل يُمكننا معرفةُ كلِّ تلك المجراتِ والمجموعاتِ الشمسيةِ والأعدادِ التي لا تُحصَى من العوالمِ والأقمارِ والمذنباتِ والكائناتِ وأحلامِهم، أي كلِّ شيءٍ كانَ أو يكونُ أو سيكونُ؟ يُشكك **كارل ساجان** في كتابِهِ «دماغ بروكا» في قدرتِنا على معرفةِ حتى حبةٍ منَ الملحِ. فيقول: «فلْنتأمَّلْ ميكروجرامًا واحدًا منْ ملحِ الطعامِ، مجردُ شذرةٍ تبلغُ منَ الصغرِ ما يمكِّنُ بالكادِ شخصًا ذا نظرٍ ثاقبٍ منْ رؤيتِها دونَ مجهرٍ. في تلك الحبةِ منَ الملحِ، يُوجد نحوُ 10^{16} من ذراتِ الصوديومِ والكلورِ، وهو ما يُساوي 1 يَتْبَعُه 16 صفرًا، أي 10 ملايينِ مليارِ ذرةٍ**!**».

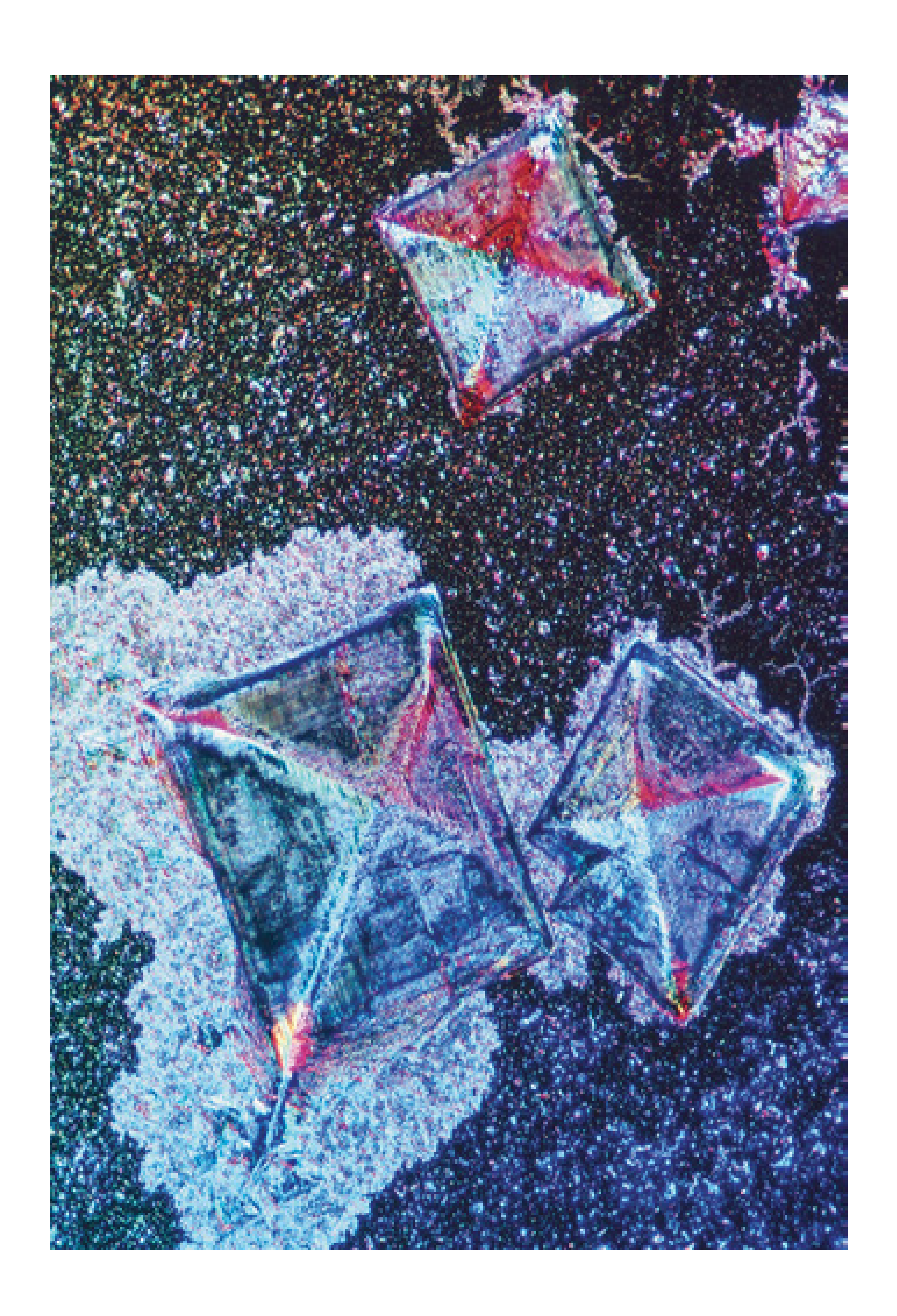
ويُضيف **ساجان:** «إذا أردنا معرفةَ حبةِ الملحِ، ينبغي علينا معرفةُ -على الأقلِ- الأوضاعِ الثلاثيةِ الأبعادِ لكلٍّ من هذه الذراتِ»، ويستطردُ بإشارتِهِ إلى مدى تَمَتُّعِنا بالحظِّ لامتلاكِنا معرفةً رسمتْ بنيةَ النسقِ البلوريِّ لكلِّ ذرةٍ بحبةِ الملحِ ووضعِها. ويُقلل ذلكَ عددَ الوحداتِ اللازمةِ لمعرفةِ حبةِ الملحِ إلى 10 وحداتٍ فقطْ. وإذا كان الكونُ محكومًا بقوانينَ تشملُ تلكَ التي بدأْنَا في فهمِها وتَشَبُّهِها، فعندها سيكونُ قابلاً للمعرفةِ، حتى وإن احتجنا إلى الذكاءِ الاصطناعيِّ لتعزيزِ ذكائِنا. وقد أشارتْ حساباتُ **ساجان** إلى وجودِ نحوِ مائةِ تريليون -أي مائةِ ألفِ مليارٍ- وصلةٍ

في القشرةِ الدماغيةِ البَشَريةِ، وهو ما يجعَلُ الوصلاتِ الموجودةَ داخلَ الإنسانِ تزيدُ مائةَ مرةٍ على كلِّ المجراتِ في الكونِ المرئيِّ.

لقد بدأنا لتوّنا رحلةً استكشافيةً عظيمةً. ففي الوقتِ الذي نجَحَ فيه علماءُ الأحياءِ في رسمِ خريطةِ الجينومِ البشريِّ، يُحاول علماءُ الأعصابِ رسمَ خريطةٍ لشيءٍ أكثرَ تعقيدًا وتفردًا لكلِّ فردٍ منا. إنه ما يُطلَقُ عليه الكونكتوم، وهو مخططٌ فريدٌ للتوصيلاتِ العصبيةِ لكلِّ ذكرياتِنا وأفكارِنا ومخاوِفِنا وأحلامِنا. وعندما نفهمُ تعقيداتِ هذا المخططِ، كيف يُمكننا أن نعاملَ بعضَنا بعضًا؟ هل يُمكِنُنا إبراءُ الدماغِ من عذاباتِهِ التي لا تُحصَى وإعتاقُ كلِّ أمثالِ **جيوفاني** في العالمِ من سجنِ آلامِهم؟ هل يُمكنُنا إرسالُ أحدِ مخططاتِ الكونكتوم الخاصةِ بنا على مسبارٍ يُسافر بين النجومِ في المستقبلِ، بل ونأملُ في تلقِّي مخططٍ مماثلٍ مِن كائناتِ عالمٍ آخرَ؟

هل يكونُ ذلكَ الإدراكُ الأمثلُ لعمليةِ الانبثاقِ؛ كونًا مترابطًا بفعلِ كونكتوم من الأفكارِ والأحلامِ؟





هل يُمكننا معرفةُ ذرةٍ مِن الملحِ؟ هذه الصورةُ المجهريةُ بالضوءِ المستقطَبِ ليستْ سوى لمحةٍ أوليةٍ فقط تكشِفُ التعقيدَ البلوريَّ للملحِ الذي نَسْكُبه على طعامِنا كلَّ يومٍ.

يجدُني دكتور **جونزاليس** في غرفةِ الانتظارِ بعدَ إجرائِهِ العمليةَ **لسام**. وبينما كانَ يَعْبُرُ الغرفةَ متجهًا نحوي، لم أتمكَّنْ من استنباطِ أيِّ شيءٍ مِنَ التعبيرِ الذي ارتسمَ على وَجْهِهِ. يجلِسُ ويبتسِمُ بتحفُّظٍ، ويخبرُني أنَّ العمليةَ نجحتْ، وسيستغرقُ الأمرُ بعضَ الوقتِ ليتماثلَ **سام** للشفاءِ، لكنَّه سيظلُّ الشخصَ ذاتَه دونَ أن يفقِدَ أيًّا منْ معرفتِهِ وقدراتِهِ المميزةِ. وحينَ يُشْفَى دماغُهُ في الأسابيعِ التاليةِ، سيُجرونَ لَهُ عمليةً أُخرى أقلَّ خطورةً بكثيرٍ منْ تلكَ التي خضَعَ لها لتوِّهِ للتأكدِ منْ سلامتِهِ. كنتُ أكتبُ طَوالَ حياتي رسائلَ حبٍّ في العلمِ، وفي ذلكَ اليومِ بَرَّرَ دكتور **جونزاليس** لي هذا الحبَّ.



جَمَعَتْ صورةُ حقلِ هابل فائقِ العمقِ 800 صورةٍ كاشفةٍ لتُقَدِّمَ رؤيةً لعشرةِ آلافِ مجرةٍ. وكلما بَعُدَت المجرةُ في هذه الصورةِ، زادت المدةُ الزمنيةُ التي تمثِّلها صورتُها. فالمجراتُ الحمراءُ الأصغرُ حجمًا هي الأبعدُ مسافةً، مُمَثِّلةً الكونَ وهو بعمرِ 800 مليونِ عامٍ، أي في منتصفِ شهرِ ينايرَ بالتقويمِ الكونيِّ.

| الفصلُ السادسُ |

رجلُ التريليون عالَم

24 إبريل 1956

عزيزي د. كايبر،

«بعدَ التدبرِ المتأني لعرضِكم الكريمِ حولَ البحثِ الصيفيِّ في مرصدِ ماكدونالد - وبعدَ الإشارةِ إلى أنَّ أوروبا ستظلُّ دائمًا بعيدةً عن هذا البلدِ بقدرِ بعدِها عنه الآنَ، الأمرُ الذي لا ينطبِقُ على المريخِ - يُسعدني قبولُ العرضِ».

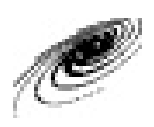
- خطابٌ من كارل ساجان البالغِ من العمرِ 21 عامًا

«عالِم تجاوزَ حدودَ الفروعِ المعرفيةِ... وساعَدَ في نقلِنا إلى القمرِ والكواكبِ».

- نعي كارل ساجان لهارولد يوري، دورية «Icarus»، 17 سبتمبر 1981



شهاب من شهب البرشاويات يعبُرُ السماءَ، ويبدو ملامسًا لمجموعة نجمية تُعرَف باسمِ الثريا، وذلكَ فوقَ منحدرِ إل كابيتان وجرفِ نصفِ القبةِ بحديقةِ يوسميتي الوطنيةِ الأمريكيةِ.



قديمًا، عاش صبيٌّ ذو قدرةٍ خاصةٍ؛ فكانَ بإمكانِهِ رؤيةُ ما هو أبعدُ ممَّا يُمكِنُ لأيِّ شخصٍ آخرَ أنْ يراهُ عندما ينظرُ للسماءِ. رأى ذلكَ الصبيُّ نجومًا أشدَّ بُعدًا وخُفوتًا مما يمكنُ للآخرينَ رؤيتُه دونَ تليسكوب. فعندما ينظُرُ معظمُ الناسِ إلى الثُّرَيَّا في السماءِ، فإنهم يرونَ الشقيقاتِ السبعَ المتلألِئةَ وربما نجمَيْن أو ثلاثةً مِن النجومِ الأكثرِ خفوتًا. وعندَ أسلافِنا، كانتِ الثريا هي الاختبارَ المؤهِّلَ للصيَّادينَ والكشَّافة. فإذا كانَ بإمكانِ المرءِ رؤيةُ 12 نجمًا، فإنه يحصلُ على الوظيفةِ. لكنَّ ذلكَ الصبيَّ كانَ بإمكانِهِ رؤيةُ 14 نجمًا. لقد كان بإمكانِ **جيرارد بيتر كايبر** رؤيةُ نجومٍ أكثرَ خُفوتًا بمقدارِ أربعِ مراتٍ عَن تلكَ المرئيةِ للعينِ البشريةِ العاديةِ.

كان ذلكَ في هولندا منذُ أكثرَ مِن مائةِ عامٍ. آنذاك، لم يكنْ لابنِ حائكٍ فقيرٍ أن يأملَ في أنْ يصبحَ عالمَ فَلَكٍ، لكنَّ هذا الصبيَّ لم يكنْ يَرْدَعُهُ ذلك. اعتقدَ علماءُ الفلكِ في ذلكَ العصرِ أنَّ الكونَ مكوَّنٌ فقط من حفنةٍ صغيرةٍ مِن الكواكبِ، وهي كواكبُ مجموعَتِنا الشمسيةِ. وأجازوا فكرةَ امتلاكِ نجمٍ أو نجمَينِ آخرينِ لكواكبَ تدورُ حولَهُما، لكنَّه كان مِن المعتقَدِ أنَّ مجموعتَنا الشمسيةَ فريدةٌ مِن نوعِها. فرأى علماءُ الفلكِ في الكمِّ الهائلِ مِن النجومِ الأخرى نقاطَ ضوءٍ مُقْفِرَةً لم تتمخَّضْ مطلقًا عن أيِّ عوالمَ. وحتى إن لم تكنِ الأرضُ مركزَ الكونِ، فقد ظَلَّتْ تتمتَّعُ بالتفردِ. واعتقدَ العلماءُ أن الشمسَ نجمٌ نادرٌ أُنعِم عليه بالعوالمِ والأقمارِ.

امتلكَ **كايبر** روحَ عالِمٍ، روحًا تَرْنُو لمعرفةِ كيفيةِ تكوُّن النجومِ والكواكبِ. وحين كانَ مراهقًا، فُتِن هذا الشابُّ الذي يهوَى التحديقَ في النجومِ بأفكارِ رجلٍ عاشَ قبلَهُ بنحوِ ثلاثةِ قرونٍ، وهو فيلسوفُ القرنِ السابعَ عَشَرَ **رينيه ديكارت**. وصَفَ **ديكارت** نظريتَهُ عن نشأةِ المجموعةِ الشمسيةِ، وهي رؤيةٌ لسحبٍ تدورُ كالدولابِ الدوارِ الزاخرِ بالألوانِ حولَ الشمسِ الموجودةِ في المركزِ. وتشكَّلَتْ كواكبُ بلا ملامحَ مِن هذهِ السحبِ الدوَّارةِ. بيد أن **ديكارت** عاشَ في أحدِ تلك الأزمنةِ والأمكنةِ التي كانت فيها عقوبةُ طرحِ فكرةٍ جديدةٍ تتعارَضُ مع المنظورِ الدينيِّ للدولةِ

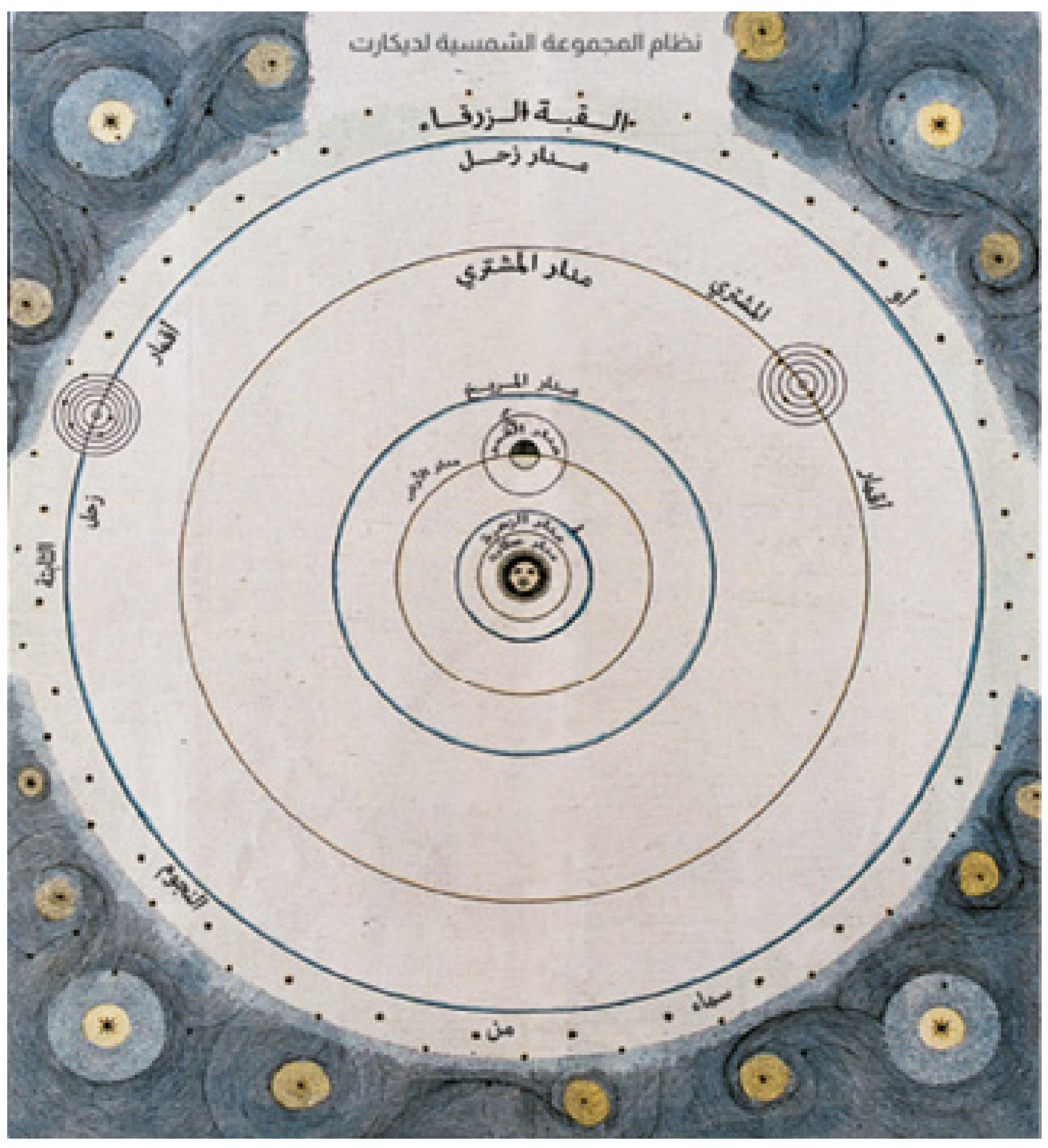
إما السجنَ أو التعذيبَ أو الموتَ. فاحتفَظَ **ديكارت** برؤيتِهِ لنفسِهِ، ولم تُنشَرْ إلا بعد 20 عامًا من موتِهِ الذي جَعَلَهُ بمنأًى عن تلكَ العقوباتِ. وقد سَبَق ذلك التصوُّرُ الأوليُّ **لديكارت** فهمَ **إسحاق نيوتن** للجاذبيةِ ودورِها في تكوينِ المجموعةِ الشمسيةِ. لكنَّ تلك الرؤيةَ كانت كافيةً لإثارةِ الحماسِ الذهنيّ لعالِمٍ مستقبليٍّ.

ظَهَرَ على **كايبر** إمكاناتٌ واعدةٌ جعلت والدَهُ وجَدَّه يجمعانِ مواردَهما الهزيلةَ لشراءِ تليسكوب بسيطٍ له. وتفوَّقَ الصبيُّ في اختباراتٍ ما كانَ مِن المفترضِ لابنِ حائكٍ فقيرٍ أن يجتازَهَا، والتحقَ بجامعةِ لايدن عامَ 1924 التي شَهِدت عصرًا ذهبيًّا مصغرًا في علمِ الفلكِ. فكان مِن بين الأسماءِ العديدةِ لأعضاءِ هيئةِ التدريسِ والطلبةِ في تلك الجامعةِ **فيليم دي سيتر** الذي تَعَاوَنَ مع **آينشتاين** في علمِ الكونياتِ، و**بارت بوك** الذي عَلَّمَنَا الكثيرَ عن تطورِ مجَرَّتِنا وشكلِها، و**يان أورت** الذي اكتشفَ مكانَ الشمسِ في المجرةِ، وتَنَبَّأَ بوجودِ سحابةٍ هائلةٍ مِن نوى المذنباتِ تُحيطُ بمجموعَتِنا الشمسيةِ، وهي السحابةُ التي أصبحت تحمِلُ اسمَهُ، و**إينار هرتزسبرونج** الذي طوَّرَ نظامَ تصنيفِ النجومِ.

كانت **لايدن** مكانًا مميزًا لعلماءِ الفلكِ في تلك الفترةِ. ربما كانَ الضوءُ المحيطُ القويُّ في ذلكَ البلدِ الصغيرِ المزدحمِ بالسكانِ وسماؤُهُ الغائمةُ في أغلبِ الأحيانِ هما ما أَبْعَدَا الهُولَنْدِيّينَ عن الملاحظاتِ البصريةِ، وجذبهم إلى علمِ الفلكِ الراديويِّ الذي لا يُمكنُ للسحبِ الأرضيةِ إعاقتُه. فتجمَعُ التليسكوباتُ الراديويةُ الانبعاثاتِ الراديويةَ من الأجرامِ الفلكيةِ بدلاً من ضوئِها المرئيّ. فعلمُ الفلكِ الراديويُّ مِن شأنِهِ توسيعُ مجالِ رؤيتِنا للكونِ على نحوٍ يتجاوَزُ نطاقَ الإشعاعِ الكهرومغناطيسيِّ الضيقِ الذي تراه أعينُنا.

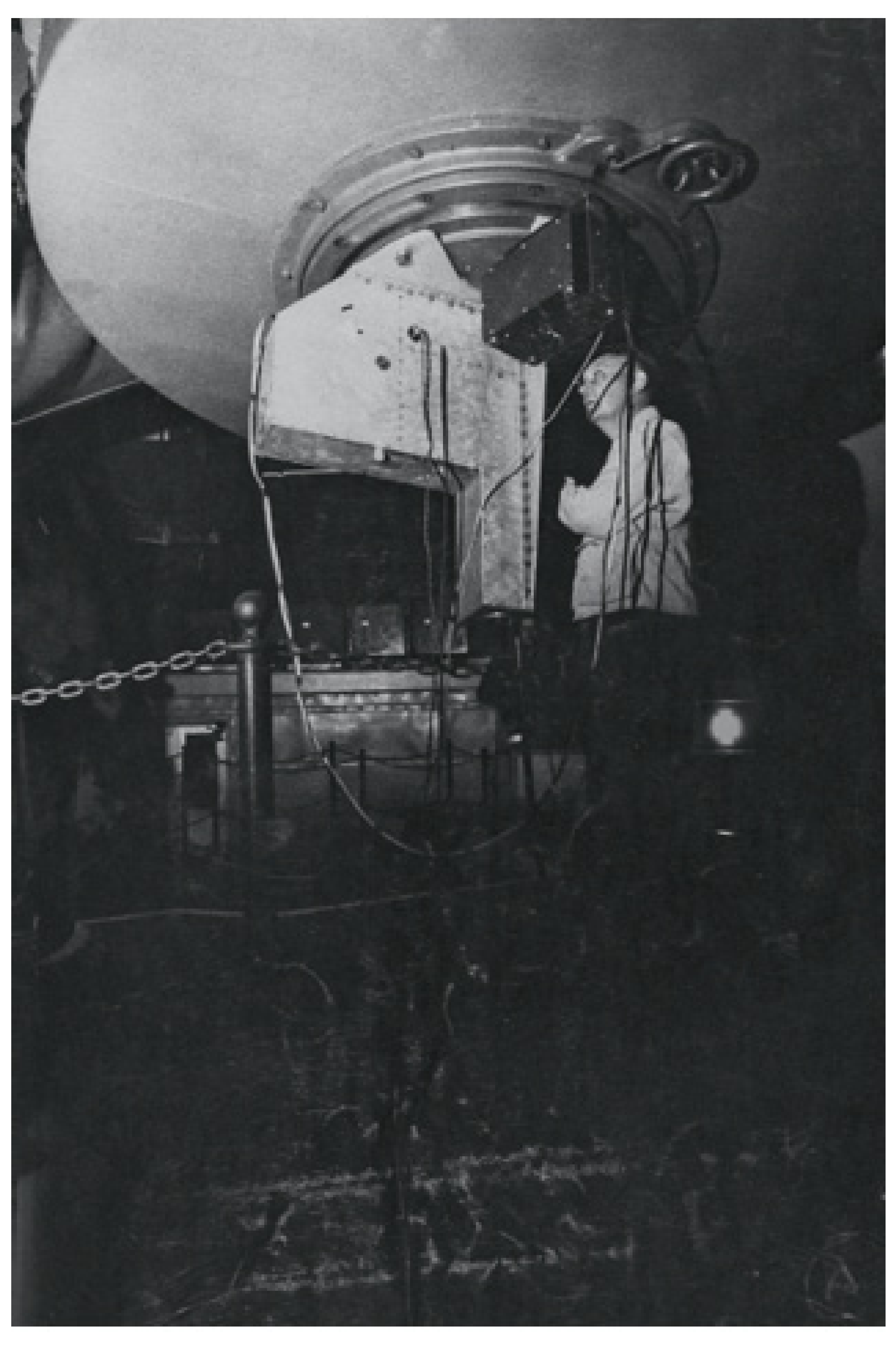
كان **كايبر** حادَّ الطباعِ؛ فكانَ مجادلاً، وينجرِفُ بسهولةٍ إلى النزاعِ معَ زملائِه. وكانَ مِن الممكنِ أن يغفلَ عن منحِ عملِ الآخرينَ حَقَّهُ في التقديرِ. وقدْ جَعَلَتْ تلكَ الجوانبُ الحادةُ مِن شخصيتِهِ حياتَهُ وعملَهُ في مدينةِ لايدن الصغيرةِ أمرًا صعبًا. ومِن ثَمَّ، فقَدِ ارتاحَ على الأرجحِ

عندما عُرِضتْ عليه وظيفةٌ في مرصدِ ماكدونالد بأطرافِ غربِ تكساس. ولا بدَّ أن فكرةَ إدارةِ مرصدٍ ناءٍ بعيدًا



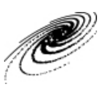
أظهرتِ المجموعةُ الشمسيةُ التي تصوَّرها ديكارت في القرنِ السابعَ عَشَرَ كواكبَ تَدُورُ حولَ الشمسِ، ونجومًا تتكوَّنُ في دواماتٍ خَلْفَها.

عن عواصمِ الثقافةِ العلميةِ قد راقت له. هذا فضلاً عن إمكانيةِ رؤيةِ النجومِ في ذلكَ المكانِ على نحوٍ أفضلَ من أيِّ مكانٍ آخرَ؛ فما مِن مدنٍ أو قرى على بعدِ أميالٍ من المرصدِ، ولا شيءَ في الأفقِ سوى الظلامِ الدامسِ.



جيرارد بيتر كايبر يستخدِمُ مطيافَ الأشعةِ تحتَ الحمراءِ في مرصدِ ماكدونالد لتحليلِ الغلافِ الجويِّ للمريخِ في عام 1956.

في مطلعِ القرنِ العشرينَ، كانَ العلماءُ قَدِ اكتشفوا أن نصفَ النجومِ المرئيةِ هي في الواقعِ أزواجٌ تثاقليةٌ. ومعظمَ النجومِ الثنائيةِ أشبهُ بالتوائمِ، إذ تخرجُ مِن رحمِ الغازِ والغبارِ ذاتِه. وينضَجُ البعضُ الآخرُ من تلكَ النجومِ على نحوٍ منفصلٍ، وتصبحُ مرتبطةً تثاقليًّا في مرحلةٍ لاحقةٍ مِن تطورِها. أما النصفُ الثاني من النجومِ، فيظلُّ وحيدًا طوالَ حياتِهِ. واختارَ **كايبر** التركيزَ على النجومِ الثنائيةِ. وتساءلَ عما إذا كانَ مِن الممكنِ أن تلقيَ هذه النجومُ بالضوءِ على كيفيةِ تكوُّنِ كواكبِ مجموعتِنا الشمسيةِ وارتباطِها تثاقليًّا بالشمسِ.



كما هو الحالُ معَ أيِّ اكتشافٍ في تاريخِ العلمِ، كان **كايبر** يستكمِلُ بحثًا بدأَهُ شخصٌ آخرُ في زمانٍ ومكانٍ آخرَيْنِ. وفي تلك الحالةِ، كان ذلكَ البحثُ هو عملَ عالِمٍ واعدٍ للغايةِ لم يُمْهِلْهُ القدرُ ليُلْقِيَ سوى نظرةٍ خاطفةٍ على النجومِ.

في عام 1784، زارَ شابٌّ وسيمٌ في العشرينَ مِن عمرِهِ يُدعَى **جون جودريك** مرصدَ صديقِهِ **إدوارد بيجوت** في مدينةِ يورك بإنجلترا. كان **جودريك** عاجزًا عن السمعِ؛ إذ أسفرَ مرضٌ أصابَهُ في طفولتِهِ عن صممِهِ التامِّ. لكنَّهُ كان بإمكانِهِ، شأنُه شأنُ **كايبر**، رؤيةُ أشياءَ لم يَرَها الآخرونَ.لَمْ يتجاوَزِ التليسكوب الذي استخدمَه **جودريك** كونه أنبوبًا خشبيًّا ومرآةً، لكن ما كَشَفَه له هذا التليسكوبُ أذهلَه؛ لقد كانَ ثمةَ شيءٌ غريبٌ بشأنِ نجمٍ يُسمَّى الشلياق.

رسَمَ **جودريك** ملاحظاتِهِ في دفترٍ. واستمرَّ في ملاحظةِ الشلياقِ والنجومِ المجاورةِ له، ورَسَمَهُمَا على مدى أسابيعَ. ومِن الواضحِ مِن رسومِهِ أنه كانَ يُلاَحِظُ الشلياقَ، بينما كان سطوعُهُ يزدادُ وينقصُ. وكانتْ تلك المرةَ الثانيةَ التي يَرَى فيها نجمًا يتصرَّفُ على هذا النحوِ شديدِ الغرابةِ، ولم يذكرْ أيُّ عالِمِ فلكٍ آخرَ أيَّ شيءٍ عن مثلِ هذا التصرفِ على الإطلاقِ. لقد تغيَّرَ سطوعُ النجمِ بانتظامٍ على مدى فترةٍ زمنيةٍ قصيرةٍ للغايةِ، وهي أيامٌ فقط. لقد كان أثرًا خافتًا، لكنَّ ملاحظاتِ **جودريك** المستمرةَ أثبتتْ أنه حقيقيٌّ. وفُوجِئَ **جودريك** باكتشافِهِ إمكانيةَ

التنبؤِ بتغييراتِ النجمِ بدقةٍ هائلةٍ. فكانَ النمطُ المتكرِّرُ للأرقامِ المسجلةِ في دفتره ملحوظًا بمجردِ النظرِ إليه.

تساءل **جودريك** عن السببِ المحتمَلِ لذلكَ التغيرِ في سطوعِ النجمِ، لكن كلَّ التفسيراتِ التي تَفَتَّقَ عنها ذهنُهُ لم تتوافقْ مع الأدلةِ التي كانَتْ أمامَهُ. ففكَّرَ في احتمالٍ صادمٍ، وهو وجودُ شيءٍ يدورُ حولَ الشلياقِ ويحجب ضوءَه بصورةٍ منتظمةٍ. لكنْ ماذا يمكنُ أن يكونَ ذلك الشيءُ؟ كتب **جودريك** في دفترِه هذهِ الكلماتِ ردًّا على هذا التساؤلِ: «عالَم ربما...؟».

عندما لَفَتَت اكتشافاتُ **جودريك** انتباهَ الجمعيةِ الملكيةِ البريطانيةِ المرموقةِ في عامِ 1786، صار عضوًا فيها على الفورِ. لكنَّ خبرَ هذا التشريفِ لم يَصِلْهُ قطُّ؛ إذ إنه تُوُفِّي بعدَ بضعةِ أيامٍ فقط بداءِ الالتهابِ الرئويِّ وهو في الحاديةِ والعشرينَ من عمرِهِ فقط.

بعدَ مائةٍ وخمسينَ عامًا، نَظَرَ **جيرارد كايبر** إلى الشلياقِ، ذلكَ النجمِ نفسِهِ الذي حيَّرَ **جودريك**، لكنْ هذهِ المرةَ باستخدامِ تليسكوب أكبرَ بكثيرٍ. كذلك كان **كايبر** مسلحًا بقوةٍ مذهلةٍ لم تَكُنْ موجودةً في عصرِ **جودريك**، ألا وهوَ التحليلُ الطيفيُّ.

التحليلُ الطيفيُّ هو وسيلةٌ لتحليلِ ضوءِ أيِّ نجمٍ لمعرفةِ تكوينِهِ الذريِّ والجزيئيِّ. نظَرَ **كايبر** إلى الطيفِ الناتجِ عن ضوءِ نجمِ الشلياقِ، الذِي صارَ منَ المعروفِ بالفعلِ وجودُ نجمٍ مصاحبٍ لهُ، ورأى أنه -كما هو الحالُ مع كلِّ النجومِ- يُوجَدُ الكثيرُ مِن الهيدروجينِ والهيليوم. لكنَّه كان يُوجد أيضًا حديدٌ وصوديوم وسيليكون وأكسجين.

حتى ذلكَ الحدِّ، لم يكنْ من شيءٍ يدعو للدهشةِ، لكنَّ المفاجأةَ كَمَنَتْ في أنَّ الخطوطَ المظلمةَ للطيفِ تحرَّكَت بدقةٍ متناهيةٍ جيئةً وذهابًا، كما لو كانَ جرمٌ خفيٌّ يجذِبُ النجمَ تثاقليًّا. لكن **كايبر** لاحظَ أيضًا مجموعةً مِن الخطوطِ الطيفيةِ الساطعةِ التي لم تكنْ تَتَحَرَّكُ. لا بد أن شيئًا آخرَ كانَ يحدُثُ. وفي إطارِ سعيِ **كايبر** لفَهم ما رآه في تلكَ الليلةِ، اكتشفَ أكثرَ العلاقاتِ النجميةِ وثاقةً في الكونِ، وأطلقَ عليها اسمَها، وهي النظامُ النجميُّ الثنائيُّ المتصلُ.

نجمانِ، أحدُهما كبيرٌ والآخرُ صغيرٌ، يَصِلُ بينهما جسرٌ ناريٌّ مؤلَّفٌ مِن المادةِ المكوِّنَةِ للنجومِ ينبعِثُ من النجمِ الأصغرِ حجمًا، ويفسرُ تبادلُ المادةِ هذَا وجودَ الخطوطِ البراقةِ. وهذانِ النجمانِ مقيدانِ تقييدًا ماديًّا معًا في وحدةٍ أبديةٍ؛ إذ تربِطُ بينهما الجاذبيةُ وجسرٌ متوهِّجٌ يبلغُ طولُهُ ثمانيةَ ملايينِ ميلٍ. والنجمُ الأصغرُ الذي يجمَعُ بين اللونَيْنِ الأزرقِ والأبيضِ أكبرُ ستَّ مراتٍ مِن الشمسِ. أمَّا النجمُ الآخرُ برتقاليُّ اللونِ فهو أكبرُ منها بمقدارِ 15 مرةً. والسطحانِ المضطربانِ لهذَيْنِ النجمينِ ينبضانِ بقوةٍ هائلةٍ، وتظهَرُ وتختفي عليهما بقعٌ شمسيةٌ ضخمةٌ. فتندلعُ شظايا شمسيةٌ متوهجةٌ بهما وتنحنِي إلى ارتفاعاتٍ شاهقةٍ. وهذان النجمانِ ليسا مستديرَيْنِ



تصويرُ فنانٍ للشلياق، وهو نجمٌ ثنائيٌّ مُتَّصِلٌ. ويرتبِطُ طَرَفَا هذه العلاقةِ النجميةِ الوثيقةِ بفعلِ الجاذبيةِ، ويَصِلُ بينهما جسرٌ ناريٌّ يبلغُ طولُهُ ثمانيةَ ملايينِ ميل.

مثلَ النجومِ الأخرى بسببِ قربهما الشديدِ من بعضِهما. وتجذِبُ القوةُ الماديةُ للجاذبيةِ النجمَيْنِ معًا، وتمدُّهما في شكلِ دموعٍ متوهجةٍ.

يَبْعُدُ نظامُ الشلياقِ النجميُّ نحوَ ألفِ سنةٍ ضوئيةٍ عَنِ الأرضِ. ولم تكنْ أكبرُ التليسكوباتِ في منتصفِ القرنِ العشرينَ بالقوةِ الكافيةِ للكشفِ عن تكوُّنِ هذا النظامِ من نجمَينِ. فكانَتْ ثمةَ حاجةٌ إلى قوةِ التحليلِ الطيفيِّ الجديدةِ للفصلِ بينهما.

تخيَّلَ **كايبر** الطريقةَ المحتملةَ لتكوُّنِ النظامِ النجميِّ الثنائيِّ المتصلِ. فعادَ بالزمنِ إلى الوراءِ في تصوُّرِهِ لدورانِ نَجْمَي الشلياقِ الكبيرِ والصغيرِ وصولاً إلى فترةِ تَكَوُّنِهما من سحابةٍ ضخمةٍ متعددةِ الألوانِ من الغازِ والغبارِ. واستنتجَ أنَّهما تكوَّنَا عندما أصبحتْ تلك السحابةُ كثيفةً لدرجةٍ أدَّتْ إلى تكوُّنِ دواماتٍ جاذبيةٍ. وعندَ التفكيرِ في هذهِ الأنظمةِ من النجومِ الثنائيةِ المتصلةِ،لم يَسَعْ **كايبر** سوى التساؤلِ عما إذا كانتْ أيٌّ من تلكَ العلاقاتِ النجميةِ قد فَشِلت في إحدى المراتِ.

سألَ كايبر نفسَهُ: هل عَالَمُنا وشمسُنا وقمرُنا وكلُّ كواكبِ مجموعتِنا الشمسيةِ مجردُ نظامٍ نجميٍّ ثنائيٍّ فَشِلَ في التكوُّنِ؟ هل كوكبُ المشتري الغازيُّ الضخمُ، وهو أولُ عالَمٍ تكوَّنَ في مجموعَتِنا الشمسيةِ والأكبرُ من كلِّ العوالمِ الأخرى في هذه المجموعةِ، نَجْمٌ فاشلٌ؟ وإذا كانتْ تلكَ هيَ طريقةَ ظهورِ مجموعتِنا الشمسيةِ إلى الوجودِ، فهل حدَثَ الأمرُ نفسُهُ حولَ نجومٍ أخرى في جميعِ أنحاءِ الكونِ؟

في عام 1949، أَدهَشَ **كايبر** العالَم بإعلانِهِ أنَّ مجموعتَنَا الشمسيةَ لم تكنْ مُمَيَّزَةً في نهايةِ المطافِ؛ إذ إنَّ نصفَ عددِ النجومِ الأخرَى له مجموعتُهُ الخاصةُ منَ الكواكبِ.

أو ربَّما عالمُها الخاصُّ؟

ماذا عن تريليوناتٍ منَ العوالمِ المحتملةِ؟

إلا أنَّ العلمَ لم يكنْ مستعدًّا لمثلِ هذا الكونِ، بل إنَّه لم يكنْ مستعدًّا حتى لِيَخْطُوَ خطوتَه الأولى بعيدًا عن كوكبِ الأرضِ. فماذا كان السببُ وراءَ ذلكَ؟

لقدِ انقسمَ العلمُ إلى ممالكَ صغيرةٍ، ألا وهي الفروعُ المعرفيةُ العلميةُ المتعددةُ، ولم يتعاوَنِ العلماءُ المتخصصونَ في أحدِ تلك الفروعِ مَعَ أي شخصٍ متخصصٍ في فرعٍ آخرَ. وكانَ مِن الضروريِّ أن يتغيَّرَ ذلك كي يتجرَّأَ الإنسانُ على الانطلاقِ بعيدًا عن الأرضِ. وقد بلغتْ هذه الأزمةُ ذروتَها في نزاعٍ نَشَبَ بين **كايبر** وعالِمٍ آخرَ عظيمٍ. وشأنُهما شأنُ نَجْمَينِ في نظامٍ نجميٍّ ثنائيٍّ متصلٍ، لم يتمكَّنْ هذانِ العالِمانِ من الانفصالِ عن بعضِهما. لكنْ بالرغم من كُرهِهما لبعضِهما بعضًا، أسَّسَا معًا نوعًا جديدًا من العلومِ.



في بعض الأحيانِ، يقتحِمُ الكونُ حياتَنا عنوةً، مثلَ تلكَ الليالي التي يُثير فيها حماسَك رؤيةُ عددٍ لا حصرَ له من أضواءٍ ذهبيةِ اللونِ تُمطرُ بها السماءُ الأرضَ. فما الذي يحدثُ في تلك اللحظاتِ؟! ما يحدثُ هو أنَّ كوكبَنا يمرُّ بالبقايا المذهلةِ لأحدِ المذنباتِ، أي حقلٍ مِن الحطامِ يمتدُّ طولُه ملايينَ الأميالِ. ولذلكَ يبدو الأمرُ وكأنَّ السماءَ تُمطر نجومًا. بيدَ أنَّها ليستْ نجومًا على



صورة فوتوغرافية مأخوذةٌ بالتعريضِ الزمنيِّ لزَخَّةِ شهبِ التوءميات التي تَمُرُّ بها الأرضُ في ديسمبر من كلِّ عامٍ.

الإطلاقِ، وإنما قِطَعٌ من صخورٍ وجليدٍ تحترِقُ في الغلافِ الجويِّ للأرضِ. يُطلَق على هذه القطعِ زَخَّةُ شهبٍ، وتحدُثُ في الأوقاتِ نفسِها من كلِّ عامٍ. لماذا؟ لأنَّ الأرضَ تستغرقُ عامًا لتدورَ حولَ الشمسِ، وتعودَ إلى المكانِ نفسِه الذي ضَرَبه المذنبُ قبلَ زمنٍ طويلٍ، وهكذا كلَّ عامٍ.

تتساقطُ قطعُ المذنباتِ والكويكباتِ على الأرضِ طوالَ الوقتِ. وتأتي هذه القطعُ مِن عوالِمَ أخرى كبقايا من تكوُّنِ مجموعتِنا الشمسيةِ. لكنْ كيف نَفْهَمُهَا؟ في عصرِ **جيرارد كايبر**، أي في منتصفِ القرنِ العشرينَ، اعتمدتِ الإجابةُ عن هذا السؤالِ على تخصصِ العلماءِ.

فعلماءُ الجيولوجيا كانوا يحضرونَ مطارِقَهم ويَسْحَقُون قطعةَ الكويكبِ، ويفحصونَ رَمَادَها تحتَ عدسةِ المجهرِ لدراسةِ تركيبِها البلوريِّ. كانت تلك طريقتَهم في اكتشافِ أيِّ قطعةٍ غامضةٍ تكوِّنُ الأرضَ ويُمكن لذلكَ النيزكِ تقديمُها.



قطعةٌ من حجرٍ نيزكيٍّ حديديٍّ ارتطمَ بالأرضِ وكوَّنَ حفرةً قبلَ 50 ألفَ عامٍ فيما يُعرَفُ الآنَ بولايةِ تكساس. ويُوَضِّحُ شكلُهُ البلوريُّ أنه كانَ جزءًا من كوكبٍ صغيرٍ تكوَّنَ بينَ المريخِ والمشتري قبل 4.5 مليار عام، أي في منتصفِ شهرِ إبريل بالتقويمِ الكونيِّ.

وكان علماءُ الكيمياءِ يَبحثون عن الإجاباتِ نفسِها، لكنَّهم كانوا سيضعون قطعةَ النيزكِ في حمضِ الهيدروكلوريكِ ليروا ما إذا كان من الممكنِ أن تتحوَّلَ من مركبٍ إلى آخرَ. فكانوا يفحصون النيزكَ؛ ليروا ما إذا كان سيُفضي بما يحمِلُه من أسرارٍ عن الطبيعةِ على المستوى الجزيئيِّ.

أما علماءُ الفيزياءِ، فكانوا يرغبونَ في رؤيةِ قطعةِ النيزكِ في أكثرِ صورِها تجريدًا لمعرفةِ كُتْلَتِها وكثافَتِها وصلابَتِها ومقاومَتِها للحرارةِ.

وعلماءُ الأحياءِ ما كانوا ليَتَوَقَّفُوا ليلتقِطُوا مثلَ تلكَ القطعةِ في الأساسِ. فآنذاك، ما كانَ أولئكَ العلماءُ ليَلْتَفِتُوا لها على الإطلاقِ؛ لأنَّهم لم يَعْتَقِدُوا في احتماليةِ أن يكونَ لنيزكٍ قادمٍ مِن الفضاءِ أيُّ علاقةٍ بِهم. فمِنْ وجهةِ نظرِهِم، ما كان للحياةِ أن تنشأ إلا من مكانٍ واحدٍ، وهو الأرضُ.

لكنَّ الشيءَ الأكثرَ جنونًا على الإطلاقِ هو أنَّه في ذلكَ العصرِ كانَ علماءُ الفلكِ يتجاهلونَ مثلَ تلكَ القطعةِ أيضًا؛ فكانت أنظارُهم معلقةً على المسافاتِ البعيدةِ. ولا يُمكنُنا في الواقعِ لَوْمُهم على ذلكَ؛ فما الذي كان يحدُثُ في علمِ الفلكِ آنذاك؟ لقد شهِد ذلكَ الوقتُ ظهور أفكارٍ عظيمةٍ حولَ أحداثٍ وأجرامٍ تَتَجَاوَزُ مجموعتَنا الشمسيةَ بكثيرٍ، مثلَ نظريةِ النسبيةِ **لآينشتاين** بما تَطْرَحُهُ من تصورٍ لركوبِ شعاعٍ مِن الضوءِ في أنحاءِ الكونِ، واكتشافِ **إدوين هابل** لابتعادِ المجراتِ البعيدةِ عن بعضِها مع تمددِ الكونِ. كانتْ هذه الأفكارُ هي التي تَتَسَبَّبُ في قُشعريرةِ الأبدانِ آنذاك، وليس فحصَ صخرةٍ سقطتْ في الفِناءِ الخلفيِّ لمنزِلِك. لقد كانتْ دراسةُ الكواكبِ والأقمارِ والمذنباتِ والنيازكِ بمجموعَتِنا الشمسيةِ الصغيرةِ أشبَهَ بدوريٍّ رياضيٍّ للناشئينَ!

استمرَّ ذلكَ الوضعُ حتى تجرَّأَ **كايبر** بالخوضِ في أمورٍ تتجاوَزُ الحدودَ الموضوعةَ لعلمِ الفلكِ. فكانَ يسهَرُ ليلةً تلو الأخرى مُحدقًا في تليسكوب وزنُهُ 45 طنًّا وطولُهُ 82 بوصةً كعازفٍ يلعَبُ على الكمانِ، باحثًا في المجموعةِ الشمسيةِ عن أدلةٍ تكشِفُ عن نَشْأَتِها. كان ذلك لغزًا أدركَ **كايبر** أنه لا يمكنُ حَلُّهُ إلا بتعاونٍ يجمَعُ كلَّ الفروعِ المعرفيةِ العلميةِ.

إلا أنَّ العلماءَ لم يُدركوا أنهم بحاجةٍ إلى بعضِهم بعضًا.

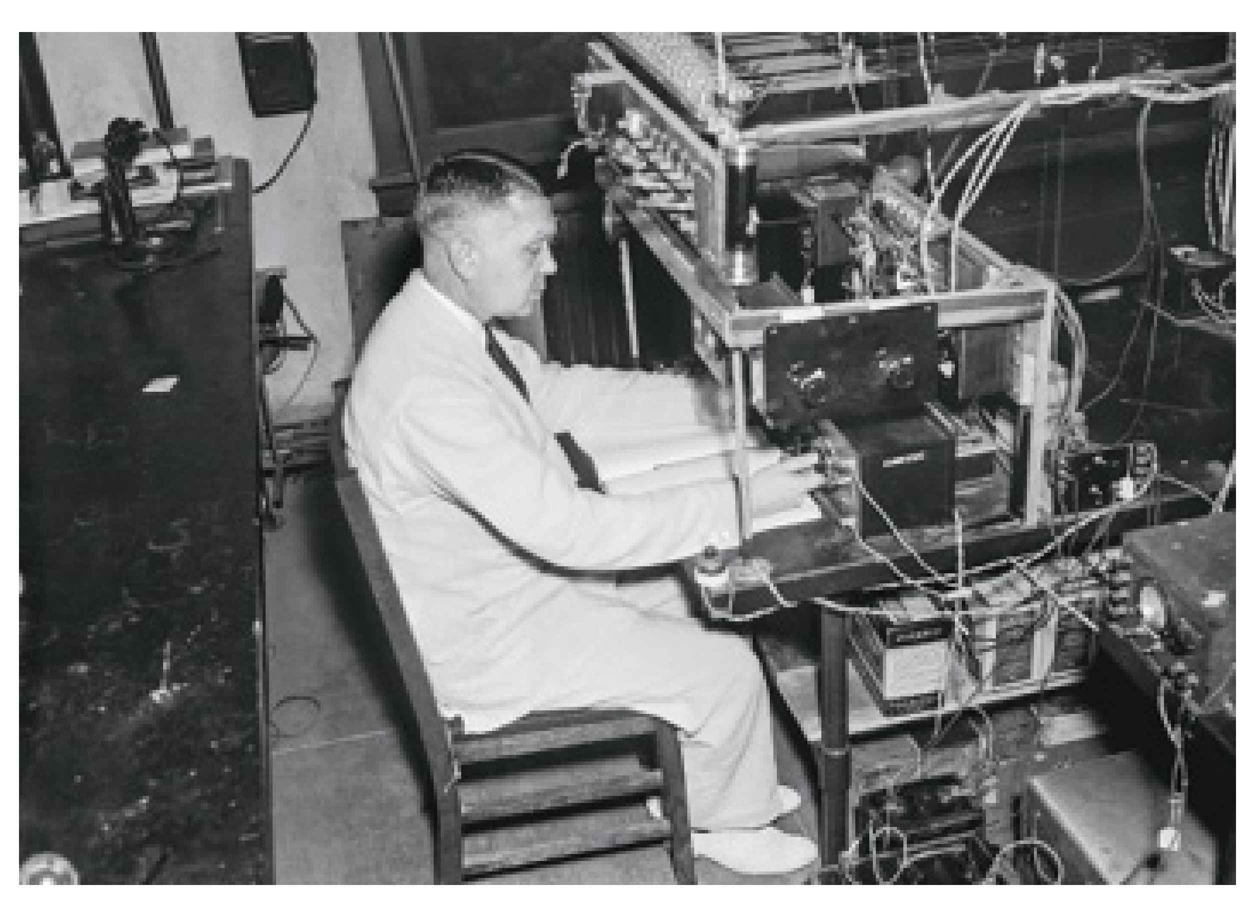
لم يكنْ علماءُ الجيولوجيا والفلكِ يتحدَّثونَ لغةً مشتركةً، ولم يكنْ يوجدُ أيُّ قسمٍ جامعيٍّ في العالمِ يُمكِنُ أن يمزجَ فيه عالِمُ كيمياء وعالِمُ أحياء معرفتَهما وأفكارَهما معًا. ومن ثم، في ذلكَ المكانِ النائي بأطرافِ غربِ تكساس، قامَ **كايبر** باستكشافِهِ المنفردِ للمجموعةِ الشمسيةِ.

نظَرَ **كايبر** إلى تيتان، وهو أحدُ أقمارِ زحل، واكتشف أنَّ له غلافًا جويًّا. كانَ ذلكَ الغلافُ مليئًا بالميثان. هكذا أصبحتْ نقطةُ ضوءٍ في السماءِ فجأة عالَمًا مُمكنًا. واستخدمَ **كايبر** المطيافَ لسبرِ

السحبِ الكثيفةِ في الغلافِ الجويّ العلويِّ للمشتري من أجلِ معرفةِ ممَّ تتكوَّنُ، واكتشافِ بنيتَيها الكيميائيةِ والذريةِ. وعندما نَظَرَ إلى كوكبِ المريخِ الأحمرِ، عثَرَ على ثاني أكسيدِ الكربون في غلافِهِ الجويّ. فسألَ نفسَهُ: هل ما أنظرُ إليه هو مستقبلُ كوكبِ الأرضِ أم ماضيهِ؟

لكنْ في نظرِ بعضِ الأشخاصِ، لم يكُنْ **كايبر** يفعَلُ شيئًا سوى تجاوزِ الحدودِ المسموحِ بها عن طريقِ تدخلِهِ في الشئونِ الكيميائيةِ التي لا دخلَ لعالمِ فلكٍ بها. وكانَ أحدُ أولئكَ الأشخاصِ هو **هارولد كلايتون يوري**.

كان **يوري** كيميائيًّا، وشأنُه شأنُ **جيرارد كايبر**، كان عليه شَقُّ طريقِهِ بصعوبةٍ إلى عالمِ العلومِ. فكانتْ أسرةُ **يوري** - الذي وِلِدَ في بلدةٍ صغيرةٍ بولايةِ إنديانا في عام 1893 - فقيرةً مثلَ أسرةِ **كايبر**. وازدادتْ أوضاعُ الأسرةِ سوءًا عندما كان **يوري** في السادسةِ مِن عمرِهِ؛ إذ تُوُفِّي والدُهُ.

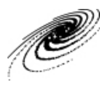


هارولد كلايتون يوري الذي حازَ جائزةَ نوبل لاكتشافِهِ الديوتيريوم ولعِبَ دورًا رائدًا في تطويعِ الذرةِ واستكشافِ المجموعةِ الشمسيةِ.

فكان التحاقُهُ بالجامعةِ أمرًا غيرَ واردٍ، ومِن ثَمَّ عَمِلَ مدرسًا بإحدى مدارسِ التعليمِ الأساسيِّ في معسكرِ تعدينٍ بولايةِ مونتانا. وبَدَتْ عبقريتُهُ في غيرِ محلِّها في ذلكَ المكانِ، فحثَّه والدا أحدِ طلابِهِ على البحثِ عن وسيلةٍ للالتحاقِ بالجامعةِ. كانَ آنذاكَ في منتصفِ العقدِ الثالثِ منْ عمرهِ، لكنَّ الأوانَ لم يكُنْ قد فاتَ بَعْدُ. فعَمِلَ **يوري** بتلكَ النصيحةِ حتى وصلَ إلى الفوزِ بجائزةِ نوبل في عامِ 1934 لاكتشافِهِ الديوتيريوم.

بحلولِ عامِ 1949، كان **يُوري** في أوجِ مجدِهِ. فكانَ أستاذًا مرموقًا بجامعةِ شيكاغو، التي كانتْ ولا تزالُ إحدى عواصمِ العلمِ العظيمةِ على مستوى العالمِ. بيدَ أنه شَعَرَ بغُصةٍ في قلبِهِ عندما بدأتِ الأخبارُ الصحفيةُ حولَ تصريحاتِ **كايبر** في الوصولِ إليهِ. أولاً، شَعَر **يوري** بالضيقِ لصعودِ نجمِ عالمٍ زميلٍ، الأمرُ الذي كان طبيعيًّا. لكن فيما يتعلَّقُ بأصلِ الكواكبِ، أفزعَتْه فكرةُ أن يُصدِرَ عالِمُ فلكٍ تصريحاتٍ عن الطبيعةِ الكيميائيةِ للمجموعةِ الشمسيةِ. لقد تعدَّى بذلكَ على مجالِ تخصُّصِه.

العلماءُ بشرٌ، ويحملونَ السماتِ نفسَها التي يحمِلُها بقيةُ البشرِ. وكان **كايبر ويوري** متنافسيْنِ اختارا الحجةَ العلميةَ سلاحًا لهما في معركتِهما معًا. واحتجزَ كلٌّ منهما الرهينةَ نفسَها التي تمثَّلت في طالبٍ شابٍّ واعدٍ تستحوذُ عليه رغبةُ معرفةِ الكونِ.



في عامِ 1910، وبينما كانَ والدُ **كارل ساجان، سام،** يبلُغُ من العمرِ خمسةَ أعوامٍ، بدأَ رحلةً ملحميةً مع أخيهِ غيرِ الشقيقِ، **جورج،** البالغِ مِن العمرِ آنذاك 15 عامًا. غادرَ الصَّبِيَّانِ كامينيتس بوديلسكي، وهي بلدةٌ صغيرةٌ في أوكرانيا، متوجهَيْنِ إلى جزيرةِ إيليس. وعلى الرغمِ من فقدانِ

سام لوالدتِهِ في طفولتِهِ وتعرضِهِ للصعوباتِ في شبابِهِ، فقد تمكَّنَ بصورةٍ ما من الاحتفاظِ بروحٍ متفائلةٍ طوالَ حياتِهِ. وكان اجتماعُ تلكَ الطبيعةِ الصادقةِ مع الحصافةِ البارعةِ التي تميَّزَ بها توليفةً رائعةً. وقد صَرَفَ على دراستِهِ لمدةِ عامَيْنِ في جامعةِ كولومبيا مما كانَ يَجْنِيهِ من لعبِ البلياردو. لقد طمَحَ في أن يكونَ صيدلانيًّا، لكنَّه لم يملِكِ المالَ الكافيَ لاستكمالِ تعليمِهِ. فانتقلَ للعملِ بشركةِ أخيهِ **جورج** «New York Girl Coat Company» للملابسِ كعاملِ قصٍّ.

وقعَ **سام** في حبِّ فتاةٍ يتيمةِ الأمِّ بدورِها، وهي **راشيل مولي جروبر**. وُلِدت **راشيل** في مدينةِ نيويورك، لكنَّ والدَها نفاها إلى النمسا، لتعيشَ مع جَدَّيْها عندما تُوُفِّيت والدتُها عندَ ولادتها. كانتْ في الثانيةِ فقط من عمرِها آنذاك. أفقدَتْها تلك الواقعةُ، وغيرُها من المآسي الأخرى، ثقتَها في الآخرين، وحوَّلَت ذكاءَها إلى استراتيجياتٍ دفاعيةٍ انفعاليةٍ، وجَعَلت منها جِراحُها شخصيةً شرسةً ويصعُبُ التعاملُ معَها. لقد كانتْ واحدةً منَ النساءِ المحبطاتِ الكثيراتِ في عصرِها اللاتي كُنَّ سيتركنَ بصمتهُنَّ على الحياةِ لو عِشْنَ في عالمٍ تحظَى فيه النساءُ بمكانةٍ أعلى. لكنَّ حبَّ **سام** كان أقوى من كلِّ الصدماتِ التي تَعَرَّضت لها **راشيل**. فعاشا حياةً رائعةً معًا وأنجبا طفلَين، أولُهما **كارل** ثم فتاةً تُدعَى **كاري** بعدَهُ بستِّ سنواتٍ.

في الشقةِ المتواضعةِ لتلكَ الأسرةِ في حي بنسونهيرست، الذي كان حيًّا للطبقةِ العاملةِ في بروكلين في منتصفِ الأربعينياتِ، تمدَّد **كارل** على سجادةِ غرفةِ الجلوسِ ليرسُمَ ويتخيلَ ملصقًا لتعبئةِ أسطولٍ فضائيٍّ بينَ النجومِ.



THE EVOLUTION OF INTERSTELLAR FLIGHT
NEW NAZI WEAP
V-2. New rocket
XS-1 BREAKS SONIC B
White Plains, N.M. 1949 (AP)
The Army's XS-1 rocket
passed the speed of sound. It
SOVIET AND AMERICAN
GOVERNMENTS AGREE
ON MUTUAL COOPERATION
IN PREPARATION FOR
FIRST MOON SHIP
OSRD DEVELOPS ATOMIC
DRIVE FOR AVIATION
NEW DISCOVERY
PHILADELPHIA RECORD
SPACESHIP REACHES MOON!!!
(UP) It was proven
U.S and U.S.S.R.
ANTI-METEORITE SPACE ARMOR
WASHINGTON TRIBUNE
EXTRA! EXTRA!
MEN ON MOON
TWO AMERICA
ORLEANS POS
MARS REAC
1960 - The red pla
CLEVELAN
LIFE FOUND ON VENUS
Prehistoric-like reptiles are
NEWSLETTER
ERICA Division 22, Level N
PLUTO AND PROSP
HAVE BEEN EXPLOR
WHAT NEXT?
NORTH AMERI
Division
Newsletter
JUPITER AND S
TURN ARE NE
Interstellar
EPSILON ALTAIR
FOR HUMAN HABITATION!
(IP) A new organization
plans to explore
RICA, Division 1, Level A
Newsletter for
LITTLE STAR, how I
wonder what you are.
Have you ever said
this rhyme? If you have and are inter-
ested in joining the crew of a spaceship
like A-1, contact the ISS office
nearest you. Young men and couples
from 22 to 32 years in top physical

«تطورُ السفرِ بين النجومِ» كما تصوَّرَهُ صبيٌّ في بروكلين في منتصفِ أربعينياتِ القرنِ العشرينَ: حُلم كارل ساجان الذي يَتَنَبَّأُ باستكشافِ المجرةِ في المستقبلِ.

قديمًا، عاش صبيٌّ ذو قدرةٍ خاصةٍ؛ فكان بإمكانِهِ رؤيةُ ما هو أبعدُ ممَّا يُمْكنُ لأيِّ شخصٍ آخرَ رؤيتُه... كانَ يرَى المستقبلَ. تضمَّنَ رسمُه ترويساتِ الصحفِ الشهيرةِ آنذاكَ، وعناوينَها التخيليةَ حولَ عقودٍ بعيدةٍ في المستقبلِ، معلنةً عن الاستكشافِ السريعِ والطموحِ للمجرةِ. وفي عصرٍ كانت فيه الحياةُ على الأرضِ في اللحظاتِ الأخيرةِ من أسرها على الكوكبِ الذي امتد أربعةَ ملياراتِ سنةٍ، حلمَ **كارل** بالذهابِ إلى الكواكبِ الأخرى، بل إلى النجومِ.

لذا، في تلكَ الظهيرةِ، تضمَّنَ رسمُ الصبيِّ **كارل** إعلانًا مفاجئًا، وهو: «منظمةٌ جديدةٌ باسمِ الخطوطِ الفضائيةِ بينَ النجومِ تُخَطِّطُ لاستكشافِ كواكبَ جديدةٍ حول نجومٍ أخرى واستعمارِها».

رجعَ الأساسُ الذي قامَ عليه حلمُ **كارل** إلى واقعٍ مروِّعٍ، لكنَّه بعيدٌ، سيطَرَ على طفولتِهِ، وهو الحربُ العالميةُ الثانيةُ التي كانَتْ قد وضعتْ أوزارها حديثًا. فتوصَّلَ إلى استنتاجٍ صحيحٍ مُفادُه أنَّ صواريخَ الحربِ الخاطفةَ التي استخدَمَها النازيون كأسلحةٍ من الممكنِ استخدامُها في تطبيقاتٍ حميدةٍ في استكشافِ الفضاءِ.

كتَبَ **كارل**: صحيفة «Chicago News»، 3 نوفمبر 1944: «سلاحٌ نازيٌّ جديدٌ، (V-2)، هو صاروخٌ جديدٌ بسرعةِ 3600 ميلٍ في الساعةِ يَبُثُّ الرعبَ في قلوبِ البريطانِيِّينَ».

لكنَّ **كارل** حلَّق بعدَ ذلكَ بخيالِهِ إلى المستقبلِ بعدَ سبعِ سنواتٍ متصورًا القدرةَ العلميةَ والتكنولوجيةَ للمنتصرينَ الذين يَتَحَالَفُونَ لاستكشافِ الكونِ. فكَتَبَ: صحيفة «Denver Star»: 13 إبريل 1955: «الحكومتانِ السوفيتيةُ والأمريكيةُ تَتَّفِقَانِ على التعاونِ المشتركِ في الاستعدادِ لأولِ مركبةٍ تصعَدُ إلى القمرِ». ومِن القمرِ، الذي يُعَدُّ نقطةَ الانطلاقِ الأولى نحوَ النجومِ، تخيَّل **كارل** مسيرةَ تقدمِ البشريةِ عبرَ المجرةِ. فكتَبَ: «New Orleans Post»، 1960 : «وصلنا

إلى المريخ!» «Level D Newsletter» 9 نوفمبر 1967: «اكتشافُ أنَّ «إبسيلون ألتير 8» مناسبٌ للحياةِ البشريةِ!».

لكنَّ الحلمَ لم يَنْتَهِ بحلولِ الوقتِ الذي كان عليهِ إبعادُ مشروعِهِ الصغيرِ عن أرضيةِ الغرفةِ كي تتمكَّنَ الأسرةُ من تناولِ العشاءِ. لم يرغَبْ **كارل** بالاستمرارِ في التخيلِ، وإنما أرادَ الانطلاقَ على أرضِ الواقعِ؛ لقد أرادَ معرفةَ ما تبدو عليه تلكَ العوالمُ حقًّا. وعرَفَ أنَّ السبيلَ الوحيدَ لفعلِ ذلكَ هو أن يصبحَ عالِمًا.

تبنَّى **كارل** لاحقًا اثنانِ من العمالقةِ المتناحرينَ، وهما **كايبر** و**يوري**. وبقدرِ كرهِ هذَيْنِ العالِمَيْن لبعضِهما، أحبّهماَ كارل كِلَيْهما. هَدَمَ أولئك الثلاثةُ الجدرانَ الفاصلةَ بين العلومِ. وفعَلَ **كارل** كلَّ ما في وُسْعِه لهدمِ الجدارِ الأعلى، وهو الجدارُ الفاصلُ بين العلومِ وباقي البشرِ.



تحسَّنَت أحوالُ أسرةِ **ساجان** عندما كان **كارل** مراهقًا، وانتقلتِ الأسرةُ للعيشِ في منزلٍ صغيرٍ في الضواحي. وبينما كانَ **كارل** لا يزال طالبًا في مدرسةِ راهواي الثانويةِ في نيوجيرسي، كتَبَ ورقةً بحثيةً عنْ تصوراتهِ عنْ أصلِ الحياةِ. أرادَ الحصولَ على رَأْيٍ نقديٍّ خبيرٍ في مقالِهِ، لكنَّه لم يكنْ قدِ التقَى بعالِمٍ قَطُّ من قبلُ، ولم يعرِفْ ممن يَطْلُبُ ذلك الطلبَ. فأرسلتْ **راشيل** بحثَهُ إلى أكثرِ الأشخاصِ شبهًا بالعلماءِ، ألا وهو ابنُ صديقٍ لها يُدعَى **سيمور أبراهامسون**، والذي كان طالبَ دراساتٍ عليا في الأحياءِ بجامعةِ إنديانا.

أُعجِبَ **أبراهامسون** كثيرًا بِبَحْثِ **كارل**، وهو ما جَعَلَه يَعْرِضُه على أستاذٍ مرموقٍ بهيئةِ التدريسِ، وهو **هرمان جوزيف مولر**، الذي كانَ قد حازَ جائزةَ نوبل لاكتشافِهِ أنَّ الإشعاعَ يتسبَّب في طفراتٍ بالجيناتِ. كان مولر زميلاً وصديقًا مقربًا للعالِمِ **نيكولاي فافيلوف**. وكانَ قد صرَّحَ بمعارضتِهِ لمذهبِ **ليسينكو** العلميِّ في أكثرِ أيامِ عصرِ **ستالين** قمعًا. وترجَّى **فافيلوف** أن يتركَ

الاتحادَ السوفيتيَّ معه، وتمكَّن بالكادِ مِن النجاةِ بحياتِهِ. وما أدهشَ **كارل** هو أنَّ **مولر** أُعجِبَ بأفكارِهِ ودعاهُ للمجيءِ إلى إنديانا لمناقشتِها. وأدَّى ذلكَ إلى حصولِ **كارل** على أولِ وظيفةٍ علميةٍ له، وهي وظيفةٌ صيفيةٌ في مختبرِ **مولر**.

رَوَى لي **كارل** عن كمٍّ أخطاءِ المبتدئينَ المحرجةِ التي ارتكبها في ذلكَ الصيفِ، لكن **مولر** لم يتوانَ عن تشجيعِهِ. لقد حثَّ **كارل** على السعيِ وراءَ شغفِهِ لمعرفةِ كيفَ بدأتِ الحياةُ على الأرضِ، وما إذا كانتْ قد نشأت في مكانٍ آخرَ منَ الكونِ. وساعدَ **كارل** في نشرِ أولِ بحثَين عِلْمِيَّين له. وعندما قُبِل **كارل** في جامعةِ شيكاغو، أرسلَ **مولر** إلى **هارولد يوري** رسالةً يُخبره فيها بأنَّه سيلتقي بعالِمٍ ناشئٍ واعدٍ للغايةِ، ويطلُبُ منه رعايتَه.

إلا أن فكرةَ **يوري** عن الإرشادِ كانتْ مختلفةً عن فكرةِ **مولر**. فكانَ **مولر** دمثًا ومطمئِنًّا، بينما كان **يوري** فظًّا وسريعَ الغضبِ. ومع مطلعِ خمسينياتِ القرنِ الماضي، عندما وصلَ **كارل** إلى مختبرِ **يوري**، كان ذلكَ الكيميائيُّ يفعلُ الشيءَ الذي استاءَ من قيام **كايبر** به من قبلُ، وهو التعدي على تخصصِ فرعٍ معرفيٍّ علميٍّ آخرَ؛ وكانَ ذلكَ الفرعُ هذه المرةَ هو الأحياءَ. أراد **يوري** وفريقُهُ معرفةَ كيفَ نشأتِ الحياةُ من مادةٍ لا حياةَ فيها. ومن خلالِ العملِ مع طالبٍ آخرَ له، وهو **ستانلي ميلر**، صَمَّمَ **يوري** تجربةً لمحاكاةِ الظروفِ الكيميائيةِ للغلافِ الجويِّ للأرضِ في نشأتِها. وكانَ ما يُريدانِهِ هو معرفةَ ما إذا كانتْ تلكَ الموادُّ الكيميائيةُ الأساسيةُ قد أَدَّتْ إلى ظهورِ الأحماضِ الأمينيةِ التي تُعَدُّ لَبِناتِ بناءِ الحياةِ. هل يُمكِنُ أن يكونَ البرقُ قد قدَّمَ الشرارةَ التي بَثَّتِ الحياةَ في المادةِ؟

وقدْ تساءلَ **كارل**: «وإذا كانَ من الممكنِ حدوثُ ذلك على الأرضِ، فما الأماكنُ الأخرى التي يُمكن أن يكونَ قد حَدَثَ فيها؟»، وعندما كتَبَ ورقةً بحثيةً تأمَّلَ فيها تلكَ الإمكانيةَ، جاءَ ردُّ **يوري** قاسيًا؛ فوبَّخَ تلميذَهُ لتجرئِهِ على تجاوزِ حدودِ خبرتِهِ، بيدَ أنَّ **كارل** ظلَّ يُبَجِّلُ **يوري** لأنَّه عَلِمَ أنَّ هذه القسوةَ ستَجْعَلُ منه عالِمًا أفضلَ.

وعندما أنْهَى **كارل** رسالتَه للماجستير في عامِ 1956، قرَّرَ البقاءَ في جامعةِ شيكاغو للحصولِ على درجةِ الدكتوراه في الفيزياءِ وعلمِ الفلكِ. كان برنامجُ الدكتوراه في علمِ الفلكِ قائمًا في مرصدِ يركس ببلدةِ ويليامس باي في ويسكونسن، الذِي كانَ آنذاكَ تحتَ إدارةِ عدوّ **يوري** اللدودِ، **جيرارد كايبر**. في ذلك الصيفِ عامَ 1956، دَعَا **كايبر** الطالبَ الذي كان في الحاديةِ والعشرينَ من عمرِهِ للانضمامِ إليه في مرصدِ ماكدونالد لمدةِ شهرينِ يَرْصُدُ فيهما المريخَ. آنذاك، كانَ **كايبر** عالمَ فلكِ الكواكبِ الوحيدَ في العالمِ.

كان المريخُ في مواجهةٍ مواتيةٍ للأرضِ؛ إذ كانا على مقربةٍ مِن بعضِهما لم يَبْلُغَاها منذُ 30 عامًا. تناوبَ **كايبر** و**ساجان** النظرَ عبرَ عدسةِ التليسكوبِ، وهما يَهُزَّانِ رأسَيْهِما باستمرارٍ في إحباطٍ. فلَمْ يَكُنِ الطقسُ في صَفِّهما - ليس في تكساس، وإنما على المريخِ. فقد حالَتْ عاصفةٌ ترابيةٌ أثارتْها الرياحُ في جميعِ أنحاءِ الكوكبِ دونَ رؤيةِ **كايبر** و**ساجان** لأيِّ شيءٍ جديدٍ عليه. لذا، قَضَى العالِمانِ تلك الليالي الصيفيةَ في التحدثِ حولَ الكثيرِ مِن الأمورِ. وعلَّم العالِمُ الأكبرُ سنًّا العالِمَ الشابَّ أكثرَ الطرقِ فاعلية لاختبارِ صحةِ أفكارِهِ الجديدةِ الجريئةِ وأفضلَ طريقةٍ لإجراءِ الحساباتِ التقديريةِ، وهي الأساليبُ التي ظلَّ **كارل** يستخدِمُها يوميًّا بقيةَ حياتِهِ. وأخذا يَتَخَيَّلاَنِ ما يُمكِنُ أن تكونَ عليه تلكَ العوالمُ المحتملةُ التي تدورُ حولَ شموسٍ أخرى. فانطلقتْ هاتان المخيلتانِ العلميتانِ اللتانِ لم تَعْرِفَا الخوفَ في جميعِ أنحاءِ المجرةِ طوالَ ذلكَ الصيفِ. وانفتحَ بابُ عالمِ العجائبِ على مصراعَيْه أمامَ **كارل**.

إنَّ استحضارَ صورةِ الكونِ التي كانتْ موجودةً في ذلكَ الصيفِ يَجْعَلُنَا نعرفَ مقدارَ التقدمِ الذي وَصَلْنَا إليه منذُ ذلكَ الحينِ. تخيَّلْ أَنَّنَا نَعيشُ في عصرٍ لم تُغَادِرْ فيه أيُّ مركبةٍ فضائيةٍأو إنسانِ الأرضَ قَطُّ، ولم يَرَ أيُّ شخصٍ عَالَمَنَا الصغيرَ مِن الفضاءِ. بعد ذلك، وفي لحظةٍ، تغيَّرَ كلُّ شيءٍ في أحدِ أيامِ العامِ التالي. ففي 4 أكتوبر عام 1957، أُطلِقَ صاروخُ فوستوك من مركزِ بايكونور الفضائيِّ في الاتحادِ السوفيتيِّ نحوَ الفضاءِ، والذي تخلَّصَ من حمولتِه قبلَ أن يسقُطَ

عائدًا إلى الأرضِ. فُتِحَتْ حزمةُ الإطلاقِ، وأطلقَتْ جسمًا مستديرًا مستقبليًّا براقًا تُحيطُ به هوائياتٌ فضيةُ اللونِ. دار سبوتنك 1، وهو جهازُ إرسالٍ لاسلكـيٌّ بسيطٌ، حولَ الأرضِ كلَّ 96 دقيقةً. خَرَجَ الناسُ في جميعِ أنحاءِ العالمِ ليلاً، صاعدِينَ إلى أسطحِ منازِلِهم للبحثِ عن قمرٍ صغيرٍ مِن صنعِ الإنسانِ يثبتُ أنَّه ما مِن شيءٍ يُمكِنُ أن يُوقِفَنا عن تحقيقِ أكثرِ أحلامِنا جرأةً. لقد صار شيءٌ مِنْ صُنع البشرِ ضَوءًا جديدًا في سماءِ الليلِ؛ شيءٌ أشبَهُ بالنجومِ.

أثارَ ذلكَ الحدثُ الذعرَ في الولاياتِ المتحدةِ. فكانتِ الحربُ الباردةُ صراعًا بين أيديولوجياتٍ متنازعةٍ حولَ الملكيةِ والحريةِ. وعندما نَجَحَ الروسُ في الوصولِ إلى الفضاءِ قبلَ أيِّ دولةٍ أخرى، انعكس هذا الأمرُ على نحوٍ سيئ ٍعلى النظرةِ الغربيةِ للعالمِ. وإذا كانَ بإمكانِ الروسِ إرسالُ سبوتنك إلى أحدِ المداراتِ، فوقَ رءوسِ الأمريكيينَ، فيُمكنُهُم بسهولةٍ إرسالُ أشياءَ أخرى أكثرَ خطورةً. لقد صارتْ أمريكا، التي طالما نَعِمَتْ بحمايةِ محيطَيْنِ ودولٍ مجاورةٍ صديقةٍ ضعيفةٍ في الشمالِ والجنوبِ، عرضةً للهجومِ للمرةِ الأولى. فلم يَعُدْ بإمكانِها حمايةُ السماءِ من فوقِها. فجأةً، صار هناكَ مسارٌ مداريٌّ جديدٌ للتجسسِ وإرسالِ الأسلحةِ النوويةِ. ولم يَعُدْ أيُّ مكانٍ على الأرضِ آمنًا من الجاسوسيةِ أو الهجومِ عليهِ. لقدْ أصبحتِ الولاياتُ المتحدةُ بحاجةٍ إلى برنامجِ فضاءٍ خاصٍّ بها. فتأسَّسَتِ الإدارةُ الوطنيةُ للملاحةِ الجويةِ والفضاءِ بعدَ أقلَّ مِن عامٍ واحدٍ مِن إطلاقِ سبوتنك، في عام 1958.

نتَجَ عن القمرِ سبوتنك نتيجةٌ ثانويةٌ أخرى. فصارَ العلمُ جاهزًا أخيرًا لرؤيةِ الأرضِ مثلما كان يراها **كايبر** لسنوات؛ رؤيتِها ككوكبٍ. قد يبدو ذلكَ بديهيًّا لنا الآنَ، لكن في عصرٍ سادَتْ فيه نزعةٌ قوميةٌ متعصبةٌ تقومُ على الصراعِ حتى الموتِ، كان ذلكَ أشبهَ بصاعقةٍ فكريةٍ وروحيةٍ.



بدايةُ عصرِ الفضاءِ: في 4 أكتوبر من عام 1957، أطلقَ الاتحادُ السوفيتيُّ سبوتنك 1، وهو أولُ قمرٍ صناعيٍّ من صنعِ الإنسانِ.



في تلك الأثناءِ، كان صراعُ **كايبر** مع **يوري** لا يزالُ مشتعلاً، حتى بعدَ أن تولَّى كلٌّ منهما أدوارًا قياديةً في برنامجِ الفضاءِ الوليدِ. واستمرَّ كارل في التنقلِ بينَ مُخْتَبَرَيْهِما المتنازِعَين. وكانتِ العداوةُ بينَ الرجلينِ مُحتدمةً ومنهكةً عاطفيًّا لدرجةٍ جعلتْ **كارل** يقولُ إنه شَعَر بأنه ابنٌ لأبوَيْنِ مُطَلَّقَيْنِ. وكان هو - طالبُ الدراساتِ العليا الوحيدُ المشتركُ بينهما - الجسرَ الوحيدَ المتبقِّي بينهما.

جاهَدَ **يوري** بقوةٍ لتصعدَ ناسا إلى القمرِ. وكانَ مِن بينِ أسبابِ ذلكَ رغبتُه في معرفةِ كيفيةِ تكوُّنِ المجموعةِ الشمسيةِ، الأمرُ الذي سَعَى إليه طويلاً. وتنَبَّأ **كايبر** بما سيكونُ عليه الحالُ عندَ وصولِ البشرِ إلى القمرِ؛ فقال إنَّ الأمرَ سيكونُ أشبهَ بالسيرِ على ثلجٍ هشٍ. وقالَ **نيل**



أثرُ قدمٍ بشريةٍ على أحدِ العوالمِ الفضائيةِ.

أرمسترونج لاحقًا إنَّهُ شَعَر بذلكَ الثلجِ الهشّ الذي أشارَ إليه **كايبر** تحتَ حذائِهِ عندما خَطَا أولى خطواتِهِ على القمرِ.

بفضلِ **يوري** و**كايبر**، كانَ **كارل** جزءًا من هذهِ المغامرةِ العظيمةِ. وبدأَ أولُ عناوينِ الانتصاراتِ التي رَسَمَها في طفولتِهِ -مركبةٌ فضائيةٌ تَصِلُ إلى القمرِ- يتحوَّلُ إلى حقيقةٍ، وكان مشاركًا في ذلك الحدثِ. لقد قدَّمَ معلوماتٍ لروادِ فضاءِ المركبةِ **أبولو** قبلَ انطلاقِهِم إلى القمرِ، وكان موجودًا عندما التقى العلماءُ للمرةِ الأولى لتقييمِ المعلوماتِ التي حصلُوا عليها من أولى خطواتِ استكشافِ الفضاءِ.

لأولِ مرةٍ على الإطلاقِ، تحدَّثَ علماءُ الأحياءِ والجيولوجيا والفلكِ والفيزياءِ والكيمياءِ مع بعضِهم، أو بالأحرى صَاحُوا في وجهِ بعضِهم.

وقفَ **كارل ساجان** الشابُّ في أحدِ أوَّلِ اجتماعاتِهم العلميةِ المشتركةِ، وتحدَّث بكلماتٍ اشتهَرَ بها بعدَ ذلك، وهي: «يا رفاقُ، نحنُ أولُ جيلٍ منَ العلماءِ يحصلُ على هذهِ الكنوزِ. نحنُ جميعًا مشتركونَ في ذلكَ». لقد أرسَى اتجاهًا في علمِ الكواكبِ في فترةِ تأسِيسِهِ لا يزالُ قائمًا حتى يومِنا هذا. لقدْ عملَ علَى تحريرِ أولِ دوريةٍ معاصرةٍ متعددةِ التخصصاتِ للباحثينَ الذين يَدْرُسُون عوالمَ الكونِ، وهي دوريةُ «Icarus» التي لا تزالُ تَصدُرُ حتى الآنَ. لقد كانَ أحدَ أفرادِ مجموعةٍ صغيرةٍ منَ العلماءِ جَعَلُوا البحثَ عن العوالمِ المحتملةِ والحياةِ والذكاءِ خارجَ الأرضِ مساعيَ علميةً تَحْظَى بالاحترامِ. وقادَ حملةً استمرَّتْ طوالَ حياتِهِ لنقلِ هذه الاكتشافاتِ لنا.

لم يُمهلِ القَدَرُ **جيرارد كايبر** و**هارولد يوري** لِيَشْهَدَا اكتشافَ أولِ كوكبٍ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ، والذي تَمَّ رصدُهُ لأولِ مرةٍ في عامِ 1995. وتُوُفِّي **كارل** في العامِ التالي، قبلَ فترةٍ طويلةٍ من تأكيدِ بعثةِ **كيبلر** التابعةِ لناسا والمراصدِ الأخرى وجودَ الآلافِ مِنَ العوالمِ التي تدورُ حولَ شموسٍ أخرى. فبفضلِ أولئكَ العلماءِ الثلاثةِ، والكثيرينَ غيرِهم، صِرنا نعلمُ الآنَ أنَّ نشأةَ أيِّ نجم تتطلَّبُ بضعةَ ملايينَ منَ السنينَ، وأنَّ الكواكبَ والأقمارَ تَتَكَتَّلُ مِن سُحبٍ مِنَ الغازِ والغبارِ لِتُكَوِّنَ مجموعةً شمسيةً.

الأمرُ أشبهُ بفترةِ حملٍ طويلةٍ، لكنَّها ليستْ نادرةَ الحدوثِ على الإطلاقِ. ففي مجرةِ دربِ التبانةِ، يَحْدُثُ ذلكَ بصورةٍ شبهِ شهريةٍ. وفي الكونِ المرئيِّ الذي ربما يَضُمُّ تريليون مجرةٍ تحتوي على عددٍ من النجومِ يَصِلُ إلى مائةِ مليونِ تريليون نجمٍ، قد تَشْهَدُ أيُّ لحظةٍ ميلادَ ألفِ مجموعةٍ شمسيةٍ جديدةٍ.

في طرفةِ عينٍ، تتكوَّنُ ألفُ مجموعةٍ شمسيةٍ جديدةٍ، وفي طرفةٍ أخرى ألفٌ أخرى، وهلمَّ جَرًّا.



منظر 360 درجةً بعدسةِ عينِ السمكةِ لمجرةِ دربِ التبانةِ فوقَ التليسكوباتِ الراديويةِ لمصفوفةِ مرصدِ أتاكاما المليمتريِّ الكبيرِ (ألما) في شيلي

| الفصلُ السابعُ |

البحثُ عن حياةٍ ذكيةٍ على الأرضِ

ليسَ من المبالغةِ القولُ إنَّ طرفَ الجُذيرِ [الجذر]، الذي وُهِبَ [الإحساس] ولديهِ القدرةُ على توجيهِ حركاتِ الأجزاءِ المجاورةِ له، يعمَلُ مثلَ الدماغِ في الحيواناتِ الأدنى؛ فتُوجَدُ الدماغُ في الطرفِ الأماميِّ من الجسمِ وتتلقَّى الانطباعاتِ مِن أعضاءِ الحسِّ وتُوَجِّهُ الحركاتِ المختلفةَ للجسمِ.

- تشارلز وفرانسيس داروين

كتاب «قوةُ الحركةِ في النباتاتِ»

وأنت؟ تَذَكَّرْ كيفَ خَرَجَتْ صراصيرُ الليلِ

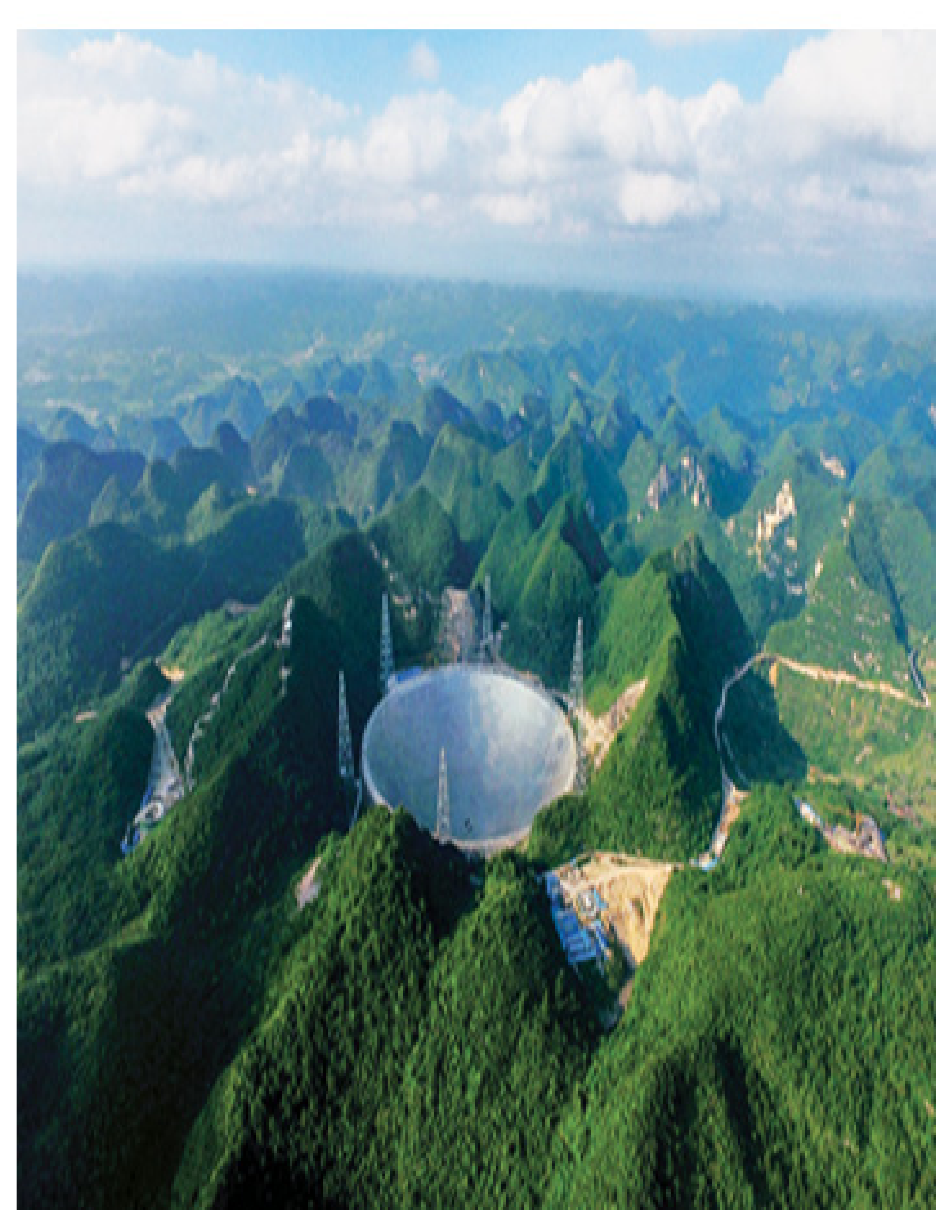
من الحشائشِ، مثلَ عشيرةٍ صغيرةٍ،

في الليالي الحالكةِ، عندما تَوَصَّلَ خيالُكَ الأولُ

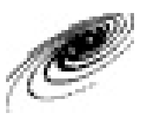
إلى أفكارٍ عنِ ارتباطِكَ بكلِّ ذلك الترابِ.

- والاس ستيفنز

«نظارةُ عَمِّي»



التليسكوبُ الراديويُّ الكرويُّ ذو الفتحةِ البالغِ قطرُها خمسَمائة مترٍ (فاست) في جنوبِ غربِ الصينِ، وهو أكبرُ تليسكوب في العالمِ.



نبحثُ في السماءِ عن علاماتٍ تدلُّ على حياةٍ ذكيةٍ. لكن ماذا سنفعلُ إن وَجَدْنَاها؟ هل نحنُ مستعدونَ لأولِ تواصلٍ معها؟ هل سنكونُ بالذكاءِ الكافي لمعرفةِ ما إذا كانَ شخصٌ ما يبعَثُ إلينا برسالةٍ؟

لم يتمكَّنِ البشرُ مِن الكشفِ عن الإشاراتِ اللاسلكيةِ إلا منذُ ما يزيدُ قليلاً على المائةِ عامٍ، ربما تكونُ الحضاراتُ الفضائيةُ قد أمطرتِ الأرضَ بالإشاراتِ اللاسلكيةِ قبلَ ذلكَ الحينِ بملايينِ أو ملياراتِ السنينَ، ولم يكنْ لدى أيِّ شخصٍ على الأرضِ أيُّ فكرةٍ عن حدوثِ ذلكَ. وربما بعدَ قراءَتِك لهذهِ الكلماتِ، سيتوصَّلُ شخصٌ ما إلى وسيلةٍ جديدةٍ للاستماعِ إلى الكونِ؛ وسيلةِ تواصلٍ ماديةٍ جديدةٍ لم نَكُنْ بالذكاءِ الكافي لاكتشافِها بعدُ.

وماذا إذا بَدَوْنا، في نظرِ الكائناتِ الفضائيةِ، أشبهَ بالنملِ؟ ويعلَمُ جميعُنا كيفَ نُعامِلُ النملَ! ماذا لو كانتْ تلكَ الكائناتُ أكثرَ ذكاءً منا؟ ماذا لو كانتْ لديها تكنولوجيا وأسلحةٌ وميكروباتٌ وفيروساتٌ من شأنِها التغلبُ علينا؟ إنَّ تاريخَ التواصلِ الأولِ بينَ الحضاراتِ الأرضيةِ - البشرِ من الشرقِ والغربِ، والشمالِ والجنوبِ- مُضَرَّجٌ بدماءِ ضحايا الإباداتِ الجماعيةِ. ففي جميعِ أنحاءِ الكونِ، هل من قصةِ تواصلٍ أولَ بينَ ثقافاتٍ متباينةٍ في مستوياتِ التطورِ التكنولوجيِّ انتهتْ نهايةً سعيدةً؟

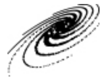
أعرفُ قصةً عنِ التواصلِ الأولِ، لكنَّه لا يزالُ من المبكرِ للغايةِ معرفةُ ما ستئولُ إليه.

في داودانج بمقاطعةِ قويتشو بجنوبِ غربِ الصينِ، توجدُ إحدى عجائبِ الدنيا. هناكَ يقبعُ التليسكوبُ اللاسلكـيُّ الكرويُّ ذو الفتحةِ البالغِ قُطرُها خمسَمائةِ مترٍ، وهو أكبرُ تليسكوبٍ على وجهِ الأرضِ، في وادٍ أخضرَ وارفٍ محاطٍ بأشجارٍ كثيفةٍ مكدَّسَةٍ بجوارِ بعضِها كزُهَيْراتِ البروكلي على جبالٍ تُشبه أرغفةَ الخبزِ المستدقة. وتلقَّى ذلكَ التليسكوب أولَ ضوءٍ له - وهو ما يُعَدُّ البدايةَ الرسميةَ لحياةِ أيِّ تليسكوب - في سبتمبر من عامِ 2016.

يتمتَّعُ تليسكوبُ فاست بالقدرةِ على رؤيةِ أجرامٍ أكثرَ خفوتًا ثلاثَ مراتٍ مقارنةً بثاني أكبرِ تليسكوبٍ في العالمِ، وهو تليسكوبٌ لاسلكـيٌّ كذلكَ يُسمَّى مرصدَ أرسيبو، تمَّ الانتهاءُ مِن إنشائِهِ في عامِ 1963 في بورتوريكو. ويمكنُ لتليسكوبِ فاست فعلُ شيءٍ آخرَ لا يُمكن لتليسكوبِ أرسيبو فعلُه؛ ألا وهو تغييرُ شكلِهِ. فطبقُهُ الضخمُ يتكوَّنُ من ألواحِ ألومنيوم تتحرَّكُ بأمرٍ مِن جهازِ كمبيوتر لتنقُلَ بؤرةَ التركيزِ إلى جزءٍ مختلفٍ مِن السماءِ.

ومهمةُ تليسكوب فاست هي حلُّ أسئلةٍ غيرِ مجابٍ عنها بشأنِ أصلِ الكونِ وتاريخِهِ المبكرِ. فسيبحثُ التليسكوبُ عن النجومِ النابضةِ، وهي تلك النجومُ النيوترونيةُ سريعةُ الدورانِ، ويستخدمُ الترددات الصادرةَ عن دورانِهَا من أجلِ البحثِ عن علاماتٍ على موجاتِ الجاذبيةِ، أي تموجاتٍ في نسيجِ الزمكانِ.

سيبحثُ فاست كذلكَ عن علاماتٍ على حضاراتٍ فضائيةٍ، لكن مع اقتصارِ البحثِ على الحضاراتِ البعيدةِ للغايةِ عن الأرضِ.



ثمةَ نوعٌ آخرُ من الذكاءِ، وهو ذكاءٌ أقربُ منا بكثيرٍ. ولم نكنْ نعلَمُ بوجودِهِ حتى وقتٍ قريبٍ. أسَّسَ هذا الذكاءُ، الذي يفوقُ في تعقيدِهِ أقصى ما يمكن أن يصلَ إليه خيالُنا، مجتمعًا ضخمًا على نحوٍ لا يُمكن تصورُهُ. في هذا المجتمعِ، تترشَّحُ أشعةُ الضوءِ عبرَ ظلةٍ مِن أشجارِ القضبانِ والقيقبِ والتونجِ والشوحِ والصنوبرِ والبلوطِ والحورِ وبساطٍ وافرٍ من الحزازياتِ والأغصانِ

التي تتكسَّرُ تحتَ أقدامِنا. وقد نَضِجَت حيواناتٌ بدائيةٌ دقيقةُ الحجمِ أشبهُ بالزَّبَّابِ، في أماكنَ لا تختلفُ كثيرًا عن ذلكَ المكانِ؛ ألا وهي الغاباتُ. وربما علِمَتْ تلكَ الكائناتُ ما لم نَكْتَشِفْهُ إلا مؤخرًا. فالحياةُ السريةُ لذلك المكانِ مليئةٌ بالدراما وتَضِجُّ بالأحاديثِ التي تنِطقُ معظمُها بلغةٍ كهروكيميائيةٍ، وتحدثُ على نطاقٍ صغيرٍ للغايةِ، وبحركةٍ بطيئةٍ جدًّا، بحيثُ يتعذَّرُ على كائناتٍ مثلِنا ملاحظتُها.



الشبكةُ العنكبوتيةُ العالميةُ الموجودةُ تحتَ أقدامِنا، وهي الغَزْلُ الفطريُّ الذي يُمثِّلُ تعاونًا هائلاً بين ممالكِ الحياةِ.

ثمةَ شيءٌ أكثرُ إذهالاً يحدُثُ تحتَ أقدامِنا الآنَ. إنه شبكةٌ عنكبوتيةٌ عالميةٌ قديمةٌ تحتَ الأرضِ، شبكةٌ عصبيةٌ ضخمةٌ تربِطُ أنحاءَ الغابةِ بعضَها ببعضٍ، وهو ما يجعلُها كائنًا ديناميكيًّا تفاعليًّا متواصلاً، كائنًا فاعلاً ذا قدرةٍ على التأثيرِ على الأحداثِ التي تَقَعُ فوقَ سطحِ الأرضِ. وهذه الشبكةُ المتوهجةُ من الخيوطِ المعقدةِ، التي تتشعَّبُ نحوَ الخارجِ في كلِّ الاتجاهاتِ على نحوٍ شديدِ الإبهار في تعقيدِهِ، تُسمَّى الغزلَ الفطريَّ.

إنها شبكةُ اتصالاتٍ ونقلٍ خفيةٍ ظَهَرت إلى الوجودِ بفضلِ تعاونٍ قديمٍ بينَ الفطرياتِ والنباتاتِ والبكتيريا والحيواناتِ. وتسعونَ في المائةِ مِن كلِّ النباتاتِ والأشجارِ على سطحِ الأرضِ مشتركةٌ في العلاقةِ النفعيةِ المتبادلةِ التي أتاحَها الغَزْلُ الفطريُّ. فتتبادلُ هذه الكائناتُ الغذاءَ والرسائلَ والمشاركةَ الوجدانيةَ مع بعضِها عبرَ الأنواعِ وممالكِ الحياةِ المختلفةِ.

ونباتاتُ عيشِ الغرابِ هي الأعضاءُ التناسليةُ، أي الأجسامُ المثمرةُ في الغزلِ الفطريِّ. فعندما تَرَى عيشَ غرابٍ ينمو بريًّا في الغابةِ، فمعنى ذلكَ أنَّ شبكة الاتصالاتِ الطبيعيةَ العظيمةَ مُتصلةٌ تحتَ قدمَيك. وتنشرُ بعضُ نباتاتِ عيشِ الغرابِ تريليوناتٍ من الأبواغِ في النسيمِ، والتي يحملُ كلٌّ منها رسالةَ حياةٍ. فيطيرُ أحدُ الأبواغِ في أنحاءِ الغابةِ ليحطَّ في أَجَمةٍ من الحزازياتِ المخمليةِ. ويحطُّ بَوغٌ آخرُ في مكانٍ قريبٍ منه، ثم يُصدرُ كلُّ بوغٍ خيطًا فطريًّا شبيهًا بفروعِ الأشجارِ حتى يَنْدَمِجَا مكونَيْنِ خيوطًا قطنيةً بيضاءَ مِن الغزلِ الفطريِّ. وهكذا يتكاثر عيشُ الغرابِ. وبعدَ فترةٍ مِن الوقتِ، وفي أثناءِ البحثِ عن نداوةٍ، يعودُ هذا الجزءُ الجديدُ مِن الغزلِ الفطريِّ إلى العالمِ السفليِّ ويتَّصِلُ بالشبكةِ الأكبرِ.

لقد خَفِيَتْ علينا العوالمُ السريةُ للأشجارِ لزمنٍ طويلٍ. والغزلُ الفِطْريُّ هو شريانُ الحياةِ لهذهِ الأشجارِ الذي يَصِل بينها؛ فهو ما يجعلُ الغابةَ مجتمعًا. فإن امتدادَ بنيةِ جذرِ الشجرةِ تحتَ الأرضِ أكبرُ مِن الشجرةِ نفسِها. وتتشابَكُ أطرافُ جذورِ الشجرةِ بِرِقَّةٍ مع الكونكتوم الخيطيِّ للغزلِ الفطريِّ. فتتصلُ الجذورُ بهذا الكونكتوم لرعايةِ بعضِها، ولتغذيةِ بعضِها، بل لإيقافِ تنفيذِ

حكمِ الإعدامِ الصادرِ بحقّ أيٍّ منها. فعندما تُقطَع شجرةٌ في الغابةِ، تتواصلُ الأشجارُ الأخرى مع الضحيةِ بأطرافِ جذورِها، وتُرسِلُ لها إمدادًا من الماءِ والسكرِ وغيرِ ذلكَ مِن الموادِّ الغذائيةِ الأخرى لإنقاذِ حياتِها، وذلك عن طريقِ الغزلِ الفطريِّ. وهذا المددُ المستمرُّ الأشبهُ بالمعالجةِ الوريديةِ مِن الأشجارِ المجاورةِ يُمكنُ أن يُبقِيَ الجَدَعَةَ حيةً لعقودٍ، بل لقرونٍ.

ولا تفعلُ الأشجارُ ذلكَ لِبَنِي جلدتِها فحسبُ؛ وإنما تُؤَازِرُ الأشجارَ مِن الأنواعِ الأخرى أيضًا. والسؤالُ هنا هو: لماذا؟ ما الذي يعودُ عليها من ذلكَ؟ فنادرًا ما تنمو جَدَعَةُ الشجرةِ مرةً أخرى لتصبح شجرةً مزدهرةً تُقَدِّمُ بذورًا جديدةً لنشرِ حِمضِها النوويِّ منزوعِ الأكسجينِ. هل يُمكِنُ أن تكونَ المودةُ هي السببَ؟ الرفقةُ؟ هل يرجِعُ ذلكَ إلى أن حيواتِ تلكَ الأشجارِ تَعتمِدُ على



غابةٌ ضبابيةٌ بالقربِ من قمة جبل مانوها بنيوزيلندا. الآنَ وبعدَ أن بَدَأْنا نُدرِكُ المحادثةَ الحيةَ التي تُجريها الغاباتُ، هل تبدو الأشجارُ والنباتاتُ مختلفةً في نظرِكَ؟

بسلامةِ الغابةِ بأكملِها، بل على كائناتٍ مختلفةٍ تمامًا عنها؟ هل يمكنُ أن تكونَ الأشجارُ قادرةً على الحفاظِ على علاقتِها معًا لفتراتٍ أطولَ من علاقاتِ البشرِ؟

نعرفُ أنَّ الأشجارَ تتمتَّعُ بمهاراتِ رعايةٍ أبويةٍ رائعةٍ. فالشجرةُ الأمُّ تُرسِلُ الغذاءَ من جذورِها، فتُغدِقُ شجرةُ الصنوبرِ نَسْلَهَا باهتمامٍ متواصلٍ، حتى وإن لم يكنْ ذلكَ النسلُ صغيرًا بمعاييرِ البشرِ، أي يبلُغُ من العمرِ نحوَ 80 عامًا. بيدَ أنَّ الأشجارَ لا تَعِيشُ بسرعةِ البشرِ.

تنزِعُ الأشجارُ الشابةُ إلى الرغبةِ في النموِّ سريعًا، ولا تَعِي أنَّها إنْ فَعَلَتْ، فسوفَ يَزِيدُ الهواءُ في خلايا جذوعِها على اللازمِ. ولاحقًا، عندما تتعرَّضُ للرياحِ العاصفةِ أو الْمُفْتَرِسَاتِ، فستكونُ



في أماكنَ مثلِ حديقة تارانجير الوطنية بتنزانيا، تُدافعُ أشجارُ الطلحِ عن نفسِها ضدَّ الزرافاتِ التي تَستطيبُ أوراقَها عن طريقِ إفسادِ طَعْمِها وتحذيرِ أشجارِ الطلحِ الأخرى المجاورةِ لتفعلَ الأمرَ نفسَه.

ضعيفةً وسهلةَ التأثرِ بهذا الهجومِ. فتظللُّ شجرةُ الصنوبرِ الأمُّ على الشجرةِ الأصغرِ سنًّا بأغصانِها؛ كي لا تسرفَ في امتصاصِ أشعةِ الشمسِ، وتنموَ بسرعةٍ تَضُرُّها.

كَمْ من غابةٍ زُرْتُها دونَ أن أَعِيَ على الإطلاقِ ما كان يحدُثُ حقًّا من حولي! مَن نحنُ لنبحثَ عن ذكاءٍ في الفضاءِ الخارجيِّ بينما لا يُمكِنُنا إدراكُ، أو احترامُ، الوعيِ المحيطِ بنا من كلِّ

جانبٍ، بل الموجودِ تحتَ أقدامِنا؟

لم يَعِ العلماءُ كيفَ تُدافعُ أشجارُ الطلحِ في جنوبِ إفريقيا عن نفسِها ضدَّ المفترساتِ وتُصدِرُ تحذيرًا لبقيةِ أفرادِ مجتمعِها إلا في نهايةِ القرنِ العشرينَ. فتقتربُ بعضُ الزرافاتِ من تلك الأشجارِ، وتبدأُ في قضمِ أعلَى أوراقِها برفقٍ. ومعَ أولِ وخزةِ قضمةٍ، تُفرزُ الشجرةُ موادَّ كيميائيةً سامةً لا تَستسيغُها الزرافاتُ. إلا أنَّ ذلك ليسَ فقط ما تفعلُهُ أشجارُ الطلحِ؛ فهي تُصدرُ أيضًا صرخةً كيميائيةً، صيحةً مِن الإيثلين لرفيقاتِها من أشجارِ الطلحِ الأخرى كما لو كانت تقولُ: «النجدةَ! متاعبُ في الطريقِ إليكم!» ومن مذاقِ الأوراقِ الذي صار بغيضًا فجأةً، تَعرِفُ الزرافاتُ أنَّ أشجارَ الطلحِ تُدركُ وجودَها، وتُنَبِّهُ بفاعليةٍ الأشجارَ الأخرى للخطرِ الْمُحْدِق بها.

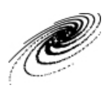
تبعُدُ الزرافاتُ سريعًا عن موضعِ أشجارِ الطلحِ، متجاوزةً الأشجارَ الأخرى المجاورةَ مَن النوعِ نفسِه؛ لتتغذَّى على الأشجارِ الأبعدِ بمسافةٍ كبيرةٍ. فليسَ كافيًا للزرافةِ الانتقالُ إلى الشجرةِ المجاورةِ؛ لأنَّ هذهِ الشجرةَ ستكونُ قَدْ عَرَفَتْ بدورِها أنَّ عليها إنتاجَ السمومِ التي من شأنِها تدميرُ وجبةِ الزرافةِ. لذا، يكونُ على الزرافاتِ التحركُ لمسافةٍ أبعدَ للعثورِ على أشجارِ طلحٍ لم تسمَعْ بعدُ صرخةَ التحذيرِ: «زرافاتٌ جائعةٌ في الطريقِ!».

ويمكنُ لشجرةِ بلوطٍ ضخمةٍ تحوي الآلافَ مِن الأوراقِ الشعورُ بيرقةٍ صغيرةٍ تمرُّ عليها. فتُرسِلُ إشارةً كهروكيميائيةً عبرَ جسمِها، مثلما تمرُّ هذه الإشاراتُ عبرَ جهازِنا العصبيِّ، لكن ليس بالسرعةِ نفسِها؛ لأن إيقاعَ حياةِ الأشجارِ أبطأُ بكثيرٍ مِن البشرِ. لذا، فإنَّ سرعةَ إصدارِ الشجرةِ لِمَا يُعادِلُ صيحةَ الألمِ عندَ البشرِ تبلغُ بوصةً واحدةً فقط كلَّ ثلاثِ دقائقَ، وبالتالي فإنَّ الأمرَ يستغرِقُ ساعةً على الأقلِّ من الشجرةِ لتُصدِرَ ردَّ فعلِها عن طريقِ إفرازِ المادةِ الكيميائيةِ التي ستُبْعِدُ الحشرةَ.

عندَ التعرضِ لهجومٍ من كائنٍ مفترسٍ، أولُ ما تفعلُهُ بعضُ الأشجارِ هو أخذُ عينةٍ مِن لعابِ ذلك الكائنِ لتحددَ تسلسلَ الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجين للنوعِ الغازي. وتُهيئُ بعدَ

ذلكَ، استجابتَها الكيميائيةَ لتتلاءَم مع نقطةِ الضعفِ الخاصةِ بعدوِّها. وفي بعضِ الحالاتِ، تُفرزُ الفرمون الدقيقَ الذي سيَجْذِبُ عدوَّ عَدُوِّها ليهاجِمَه بدلاً منها. هل يُمكنُنا إذن القولُ إنَّ الأشجارَ لديها معرفةٌ عميقةٌ بالكيمياءِ وعلمِ الحشراتِ وغيرِها مِن علومِ الأرضِ؟ وكيف تختلِفُ معرفتُها عن معرفتِنا؟

هل الأشجارُ واعيةٌ؟ هل هي ذكيةٌ؟ أم أنَّ الأمرَ لا يتعدَّى كونَه تفاعلاً لكلِّ أشكالِ الحياةِ التي تَختبرُها البيئةُ عبرَ العصورِ، وتطويرَ سلوكياتٍ من خلالِ التطورِ بفعلِ الانتقاءِ الطبيعيِّ؟ هل هذه القدراتُ المذهلةُ للأشجارِ نتيجةٌ ثانويةٌ أخرى لسعيِ الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجينِ إلى تخليدِ نفسِهِ؟ هل يختلِفُ ذلكَ بأيِّ صورةٍ عن فعلِ البشرِ لهذهِ الأمورِ؟

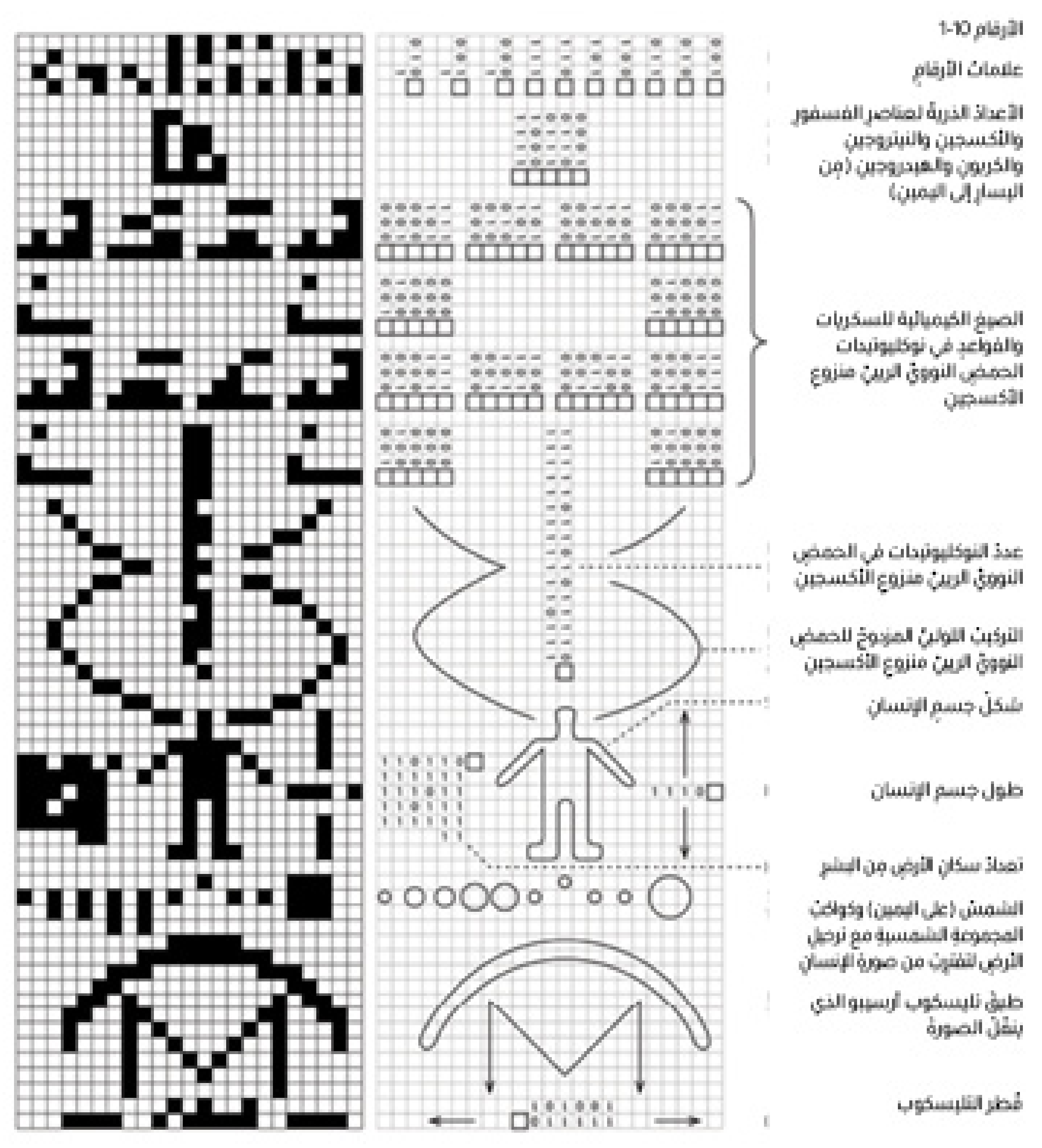


في جميعِ أنحاءِ الطبيعةِ، نجِدُ هذهِ المحادثاتِ الكهروكيميائيةَ بينَ صورِ الحياةِ في الأنواعِ والممالكِ المختلفةِ. لكن ماذا عن المحادثةِ بين عالَمَيْنِ مختلفَيْنِ؟ ما الذي قد يكونُ مشتركًا بيننا وبين كائناتٍ نَضِجتْ في عالمٍ مختلفٍ ولها تاريخٌ تطوريٌّ مختلفٌ تمامًا؟

إنَّ القوانينَ الطبيعيةَ للكونِ التي يبحثُ عنها العلماءُ قويةٌ للغايةِ؛ لأنه لا يُمكنُ إبطالُها أو خرقُها. إنها حقيقيةٌ، بصرفِ النظرِ عما نريدُ تصديقَه. إنها قوانينُ لا تَسْرِي على مكانِنا الحاليِّ فحسبُ، وإنما في جميعِ أنحاءِ الكونِ وعلى مرِّ الزمانِ. ما الذي قد نتشارَكُه مع الحضارةِ الذكيةِ لعالمٍ آخرَ؟ الإجابةُ هي العلومُ والرياضياتُ. إن اللغاتِ الرمزيةَ للعالِمِ ومتخصصِ الرياضياتِ والمهندسِ تتفادَى تلك الأمورَ التي تُفقَدُ في الترجمةِ من ثقافةٍ لأخرى. فاللغاتُ الرمزيةُ، بما في ذلكَ اللغاتُ المستخدمةُ في البرمجةِ، تتمتَّعُ بدرجةٍ مِن الدقةِ أكبرَ بكثيرٍ مِن دقةِ الكلماتِ. فهي ليستْ عرضةً لسوءِ التفسيرِ.

لا أعرفُ سوى لغةٍ رمزيةٍ غيرِ بشريةٍ واحدةٍ، وحالةٍ واحدةٍ فقط تَوَاصَلْنا فيها نحن البشرَ معَ شكلِ الحياةِ الذي يَستخدمُ هذه اللغةَ. ومعرفةُ أفرادِ هذا الشكلِ من أشكالِ الحياةِ بعلمِ الفلكِ والرياضياتِ تُصِيبُ معظمَنا بالخجلِ، والتزامُهم بحلِّ خلافاتِهم بصورةٍ ديمقراطيةٍ والوصولُ إلى إجماعِ آراءٍ أوسعَ نطاقًا من خلالِ النقاشِ لا نظيرَ له في أي مجتمعٍ بشريٍّ. إنهم مستكشِفون يَستخدمون لغتَهم الرمزيةَ لِيُخْبِرَ بعضُهم بعضًا بالأشياءِ التي اكتشفُوها في أسفارِهم. قبلَ عشراتِ الملايينِ من السنينَ، كانوا من آكلي اللحومِ، لكنَّهم تخَلَّوا عن ذلك ليُصبِحوا نباتِيِّينَ. فبدَّلَ هذا شكلَ العالمِ، وأدَّى إلى نشرِ جمالٍ أخاذٍ في كلِّ مكانٍ سَارُوا فيه.

لا تُوجد نظريةُ تطورٍ تنبُّئِيَّةٌ؛ ليسَ بعدُ، على أيِّ حالٍ. فإذا نظرتَ إلى أسلافِنا قبل 480 مليونَ سنةٍ، فلن تجدَ أيَّ أثرٍ لتشابُهٍ أُسريٍّ بيننا. وهذا هو الحالُ أيضًا مع أبطالِ قصةِ التواصلِ الأولِ



رسالةٌ إلى نظامٍ نجميٍّ آخرَ مكتوبةٌ بلغةٍ رمزيةٍ: رسالةُ مرصدِ أرسيبوالتي صَمَّمها فرانك دريك عام 1974.

التي سنَسْتَعْرِضُها هنا. ويُعَدُّ التقويمُ الكونيُّ مقياسًا مفيدًا في توضيحِ مدى كِبَرِ حجمِ نصفِ مليارِ عامٍ تقريبًا من التطورِ الكونيِّ.

تخيَّلْ أننا في صباحِ يومِ 20 ديسمبر في التقويمِ الكونيِّ، والأمواجُ الصغيرةُ من أبو المحيطاتِ - وهو البحرُ الذي غَطَّى نصفَ الكرةِ الأرضيةِ الشماليَّ بالكاملِ في فترةٍ عُرِفت باسمِ العصرِ الأوردوفيسي - تُداعِبُ أقدامَنا. لا يزالُ نصفُ الكرةِ الأرضيةِ الشماليُّ مغطًّى بالكاملِ بالماءِ. وجندوانا، تلك القارةُ العظمَى المسطحةُ في معظمِها، تمتدُّ في أنحاءِ نصفِ الكرةِ الأرضيةِ الجنوبيِّ وصولاً إلى خطِّ الاستواءِ في الأعلَى، وتتَخَلَّلُها هنا وهناك مسطحاتٌ مائيةٌ داخليةٌ صغيرةٌ.

كان ذلكَ هو الوقتَ الذي بدأتْ فيه الحياةُ حالةً أخرى من التنوُّعِ النَّهِمِ لتتمخَّضَ عن أشكالِ حياةٍ جديدةٍ مذهلةٍ وتُجرِّبَ تكوينَ السويقاتِ العينيةِ وقرونِ الاستشعارِ والدروعِ والملاقطِ والشفراتِ وكلِّ أنواعِ الخصائصِ التشريحيةِ العجيبةِ التي هي بمثابةِ مفرداتٍ لا تزالُ الحياةُ تَسْتَخْدِمُها حتى الآنَ. ويُعرَف ذلكَ باسمِ «حدثِ التنوعِ الحيويِّ الأوردوفيسي العظيمِ». وقد وَقَعَ هذا الحدثُ بعدَ 40 مليونَ عامٍ مِن الانفجارِ الكامبري الذي يُعَدُّ أولَ خطوةٍ كبيرةٍ للحياةِ نحوَ التنوُّعِ.

بدأتِ الكائناتُ البسيطةُ -التي كوَّنتِ الجذعَ المتينَ لشجرةِ الحياةِ- في التحوُّرِ والتكيُّفِ مع بيئاتِها المختلفةِ. وكوَّنَ الجذعُ بُتَيلاتٍ وغُصَيْنَاتٍ معَ انتشارِ الحياةِ. وفي المحيطِ وحدَهُ، تضاعفَتْ أشكالُ الحياةِ الجديدةِ ثلاثَ مراتٍ. وكانَ ذلكَ فجرَ ظهورِ مَفْصِلياتِ الأرجلِ، وهي اللافقارياتُ التي تحمِلُ هياكلَها العظميةَ خارجَ أجسامِها، بدلاً من داخلها، مِثْلَمَا سيفعلُ البشرُ يومًا ما بعدَ مئاتِ الملايينِ مِنَ السنينَ. وكانت مفصلياتُ أرجلِ العصرِ الأوردوفيسي رائدةً في أكثرِ التكويناتِ البدنيةِ التي طوَّرَتْها الحياةُ نجاحًا على الإطلاقِ. حتى في عصرِنا الحاليِّ، يُعَدُّ أكثرُ من 80 في المائةِ مِنَ الحيواناتِ الحيةِ من مفصلياتِ الأرجلِ.

في العصرِ الأوردوفيسي، غَطَّتْ غاباتٌ مِنَ الطحالبِ دقيقةِ الحجمِ منظرًا طبيعيًّا تتخلَّله جداولُ مائيةٌ وبحيراتٌ احتوتْ على نباتاتٍ اتَّسمتْ بطابعٍ بحريٍّ أكثرَ من كونِها نباتاتٍ أرضيةً. وعلى

الخطِّ الساحليِّ للبحرِ الضَّحْلِ، خَرَجَتْ قِشْرِيَّاتٌ بَدَت كأشباحِ ديدانٍ ألفيةِ الأرجلِ بترددٍ مِنَ الماءِ واستوطنَتْ عالمَ اليابسةِ الجديدَ.

تطوَّرَتِ الحشراتُ مِن هذه القشرياتِ (إنَّهُ الأمرُ الذي أُحاول تَنَاسِيَه كلما تناولتُ العشاءَ في مطعمِ مأكولاتٍ بحريةٍ). مرَّ ثمانونَ مليونَ سنةٍ حتى وَصَلْنا إلى صباحِ يومِ 22 ديسمبر في التقويمِ الكونيِّ. هَيْمَنَتْ آنذاكَ نباتاتُ عيشِ الغرابِ العملاقةُ، التي بَلَغَ ارتفاعُها نحوَ 24 قدمًا وعرضُها ثلاثةَ أقدامٍ، على المنظرِ الطبيعيِّ. وتضاءلَتْ بجوارِها أطولُ الأشجارِ التي كان لا يتعدَّى طولُها بضعةَ أقدامٍ فقط. نباتاتُ عيشِ الغرابِ الضخمةُ تلكَ تجعلُكَ تَتَسَاءَلُ عن ضخامةِ الشبكةِ الموجودةِ تحتَ الأرضِ التي دَعَمَتْها.

بالتقدمِ إلى يوم 29 ديسمبر، نجدُ أنَّ نباتاتِ عيشِ الغرابِ الضخمةَ العجيبةَ قد أَفْسَحَتِ المجالَ أمامَ الأشجارِ التي أخذتْ تَتَزَايَدُ طولاً. وظهَرَ صوتٌ جديدٌ لأولِ مرةٍ على كوكبِ الأرضِ، ألا وهو صوتُ النسيمِ المتدافعِ عبرَ أغصانِ الأشجارِ وأوراقِها.

كان ذلك هو الوقتَ الذي تَعَلَّمَتْ فيه أشكالُ الحياةِ على الأرضِ الطيرانَ. فكان الهواءُ مثوًى أيكولوجيًّا واسعًا بِكرًا للحياةِ. واستأثرتْ به الحشراتُ لنفسِها بالكاملِ لمدةِ 90 مليونَ سنةٍ أخرى. فلمْ تَكُنْ هناكَ زواحفُ طائرةٌ أو طيورٌ أو خفافيشُ لِتَلْتَهِمَها... لم يكنْ هناكَ سوى الحشراتِ الأخرى. وقد كانَ الطيرانُ ببذلِ الطاقةِ خطوةً تطوريةً هائلةً لدى الحشراتِ؛ إذ سمحَتْ لها بالانتشارِ في جميعِ أنحاءِ الكوكبِ. وتُضفي الحشراتُ شعورًا بالخزي على مزاعمِ البشرِ؛ إذ إنَّ استحواذَها على الأرضِ يَفُوقُ استحواذَنا عليها بمئاتِ المراتِ. وتبدو لنا اليومَ مثلما بَدَتْ إلى حدٍّ كبيرٍ للديناصوراتِ في نهايةِ العصرِ الطباشيريِّ. إنها سادة الزمانِ وقد مرَّ عليها مائةُ مليونِ عامٍ دونَ أنْ تُمسَّ.

حتى في ذلكَ العصرِ، لم يكنْ مِنَ الحكمةِ إزعاجُ دبورٍ. فلْتفكرْ في الأمرِ، قبلَ مائةِ مليونِ عامٍ، كانت الدبابيرُ موجودةً بالفعلِ منذُ 150 مليونَ عامٍ. وكانتْ صيادةً نَهِمَةً حتى في ذلكَ الحينِ؛ إذْ

كانَ الدبورُ يَتَحَرَّكُ خِلسةً بحثًا عن ذبابةٍ سيئةِ الحظِّ لينقلَها معه إلى عُشِّهِ ليُقَدِّمَها عشاءً لصغارِه مِنَ اليرقاتِ.

فعلتِ الدبابيرُ ما اعتادتْ فعلَهُ لمدةِ 150 مليونَ عامٍ. وآنذاكَ، لم يكنْ هناك ما يُسمَّى الشَّريكَ الحيوانيَّ ليساعدَ النباتاتِ في تلقيحِها؛ أي نقلِ بذورِها بكفاءةٍ إلى الأعضاءِ التناسليةِ للنباتاتِ البعيدةِ أو يلعبَ دورَ إلهِ الحبِّ بينها. لكنْ حَدَثَ شيءٌ بعدَ ذلكَ على مستوى شبهِ مجهريٍّ خضَّبَ الأرضَ بطيفٍ كاملٍ جديدٍ مِن الألوانِ. ربما هَاجَمَ دبورٌ عنكبوتًا اعتلى العضوَ التناسليَّ الأنثويَّ الشاحبَ لنباتٍ ما، وصارَ مُحَمَّلاً دون قصدٍ بحبوبِ لقاحِ ذلك النباتِ. فالتصقتْ جُسَيْمَاتٌ دقيقةٌ مِن الغبارِ البنيِّ اللونِ بأرجلِ الدبورِ.

القصةُ التي بدأتْ في تلكَ اللحظةِ لم تكُنْ قصةَ الصراعِ بينَ عنكبوتٍ ودبورٍ، وإنما قصةُ تلكَ الجُسَيْمَاتِ الدقيقةِ التي التصقَتْ بسيقانِ الدبورِ. لم تَكُنْ بالشيءِ اللافتِ للنظرِ؛ وإنما مجردُ بضعِ



تعايشَ هذا الدبورُ المتحجِّرُ، الذي عُثِر عليه في شمالِ شرقِ البرازيل، مع الديناصوراتِ في نهايةِ العصرِ الطباشيريِّ، أي قبلَ نحوِ 90 مليونَ عامٍ. وقد تكيَّفَ شكلُهُ على نحوٍ شديدِ البراعةِ مع البيئةِ، وبالكادِ نستطيعُ التفريقَ بينَهُ وبينَ الدبابيرِ في عصرِنا

الحاليّ.

حُبَيباتٍ، ولكنَّ ذلكَ الغبارَ السحريَّ -حبوبَ اللقاحِ- انطوى على قدرةِ تغييرِ العالمِ وإتاحةِ إمكانيةِ ظهورِ بعضٍ من أجملِ المناظرِ التي شَهِدَها هذا الكوكبُ على الإطلاقِ. وحتى الآنَ، بعدَ أكثرَ مِن مائةِ مليونِ عامٍ، لا يزال يؤدي هذا الدورَ.

إذا نَظَرْنَا إلى ذرةٍ واحدةٍ مِنْ غبارِ حبوبِ اللقاحِ، فسَنَجِدُ أنها معقدةٌ على نحوٍ مذهلٍ وتُشْبِهُ في هندستِها المبهرةِ لوحاتِ إيشر ذاتَ الأشكالِ الهندسيةِ. ينبغي أن تكونَ قادرًا على رؤيةِ الطبيعةِ على المستوى النانويِّ لتُدْرِكَ الهندسةَ المبهرةَ والتنوعَ المستمرَّ للذرةِ التي تُنْتِجُهَا الأعضاءُ التناسليةُ الذكريةُ للنباتِ؛ فكلُّ ذرةٍ مِن حبوبِ اللقاحِ ذاتُ شكلٍ مختلفٍ وتُمثِّلُ استراتيجيةً جديدةً للبقاءِ أُصقِلتْ على مرِّ فتراتٍ زمنيةٍ طويلةٍ للغايةِ. بعضُ هذهِ الحبوبِ يُشبِهُ الألغامَ الأرضيةَ، وبعضُها مغطًّى بنتوءاتٍ أشبهَ بالخناجرِ، لكنَّها مختلفةٌ اختلافًا مذهلاً عنْ بعضِها. وحبوبُ اللقاحِ قويةٌ، وينبغي أن تكونَ كذلكَ. فتكونُ عادةً شائكةً، ومحاطةً دائمًا بجدارَيْنِ مُحَصَّنَين سميكَيْن. وهذه الحبوبُ قويةُ البِنيةِ بحيثُ يُمكن إطلاقُها من فُوَّهَةِ بندقيةٍ، فتخرجُ سليمةً مع احتفاظِها بكاملِ هُويتِها وقدرتها على نشرِ نوعِها.

تخيَّلْ حبةً واحدةً مِنْ حبوبِ اللقاحِ تُحمَلُ كذرةٍ واحدةٍ دونَ قصدٍ على طرفِ شُعَيرةٍ متصلةٍ بجسدِ دبورٍ يستريحُ لحظةً على أحدِ النباتاتِ. يُحَلِّقُ الدبورُ تاركًا النباتَ، ويدورُ في تَرَدُّدٍ قبلَ أن يُخَطِّطَ لمسارِهِ. ويقتربُ مِنَ العضوِ التناسليِّ الأنثويِّ لنباتٍ مِنَ العصرِ الطباشيريِّ، ويَحُطُّ على هيكلِهِ الشبيهِ بالزهرةِ ذي اللونِ الأخضرِ المائلِ للبنيِّ.

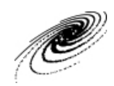
وعندما يُحَلِّقُ الدبورُ مرةً أخرى، تَعْلَقُ حبةُ اللقاحِ الدقيقةُ بالشُّعَيرةِ قبلَ أن تُطلَقَ في الهواءِ مثلَ فنانِ ألعابٍ بهلوانيةٍ جَرِيءٍ. وتمرُّ لحظةٌ مِنَ التشويقِ بينما تنطلقُ حبةُ اللقاحِ في الهواءِ مثلَ قذيفةٍ مدفعيةٍ. هل سيأخذُها مسارُها إلى ذلكَ المكانِ الصغيرِ المحدَّدِ الذي يُمكِنُ أن تبدأَ فيه حياةٌ جديدةٌ؟ تُبحِرُ حبةُ اللقاحِ الذكريةُ كهدَّافِ كرةِ السلةِ عبرَ الفتحةِ الضيقةِ للمِيسمِ، وهو مكانُ

الإنباتِ في النباتِ الأنثى. وربما يكونُ ما حَدَثَ في تلكَ المرةِ الأولى على الإطلاقِ حادثًا عجيبًا انتقلَتْ فيه حبةُ اللقاحِ كالمسافرِ المتطفلِ إلى النباتِ التالي على ظهرِ خنفساءَ لا علمَ لها بما يحدُثُ.

حدَثَ كلُّ ذلكَ في أثناءِ العصرِ الطباشيريِّ قبلَ نحوِ 65 مليونَ سنةٍ. لكنْ تخيَّلِ الآنَ أنَّ هذا التعاونَ بين حشرةٍ ونباتٍ قدِ استغرقَ مئاتِ الآلافِ منَ الأعوامِ، بل ملايينَ أو عشراتِ الملايينِ من الأعوامِ، لتتحوَّلَ منْ سلسلةٍ مِنْ محاولاتِ الإصابةِ أو الخطأِ إلى شراكةٍ رسميةٍ. وتطوَّرَ نوعٌ جديدٌ تمامًا من الحشراتِ التي دَفَعَتْ هذا الاتفاقَ بينْ مملكتَيِ الحيوانِ والنباتِ إلى آفاقٍ جديدةٍ.

والآنَ، يُحَلِّقُ دبورٌ آخرُ عائدًا إلى عُشِّهِ حاملاً ذبابةً تَدَلَّتْ مِنْ قوابضِ فكِّهِ السفليِّ كغذاءٍ لصغارِهِ اليرقانيةِ. بيد أن جسدَهُ يحمِلُ بعضَ حبوبِ اللقاحِ أيضًا التي التصقتْ به بينمَا كان يمرُّ بجانبِ إحدى الزهورِ. ومعَ بقاءِ الدبورِ في العُشِّ، سَقَطَت بعضُ حبوبِ اللقاحِ عنه والتهمتِ اليرقاتُ بِنَهَمٍ تلكَ الحبوبَ الغنيةَ بالبروتينِ. وبمرورِ الدهورِ، تطوَّرَ نوعٌ جديدٌ مِن صورِ الحياةِ، نَوْعٌ تَوَقَّفَ عَنْ جَلْبِ حشراتٍ إلى المسكنِ للعَشاءِ. فجَلَبَ هذا الكائنُ الجديدُ الغبارَ السحريَّ الذي صَنَعَتْه الزهورُ؛ لقد ظهر النحلُ.

لم يَشْتَهِ النحلُ الأجزاءَ المشوهةَ للحشراتِ الميتةِ؛ وإنما اتبعَ نظامًا غذائيًّا قائمًا بالكاملِ على حبوبِ اللقاحِ، وَهُوَ النظامُ الذي لم يَكُنْ نظامًا مؤقتًا، فقد صار النحلُ حشراتٍ مُلَقِّحةً ملتزمةً بهذهِ المهمةِ التزامًا كاملاً. وكافَأَتْها النباتاتُ بسخاءٍ بأن طَوَّرَتْ أعضاءً تناسليةً أنثويةً أكثرَ إغراءً ذاتَ ألوانٍ مذهلةٍ وأشكالٍ مغريةٍ. وأَعَدَّتْ إفرازاتٍ شهيةً مِنَ الرحيقِ الحُلوِ الذي مِن شأنِهِ جَذْبُ النحلِ للعودةِ إليها مرارًا وتكرارًا. وبدأ زمنُ الزهورِ.



في نظرِ البشرِ، لطالما كانَ النحلُ رمزًا للعملِ بلا تفكيرٍ. فنميلُ للتفكيرِ في النحلِ على أنه مجردُ روبوتاتٍ بيولوجيةٍ كُتِب عليها عَيْشُ حياتِها في انصياعٍ تامٍّ مكبلةً بأغلالِ الأدوارِ الطبقيةِ الصارمةِ التي كَلَّفَتْها بها الطبيعةُ. لكنَّ هذا التصورَ لحياةِ النحلِ يَرْتَبِطُ بنظرتِنا النرجسيةِ للطبيعةِ أكثرَ مِن أيِّ شيءٍ آخرَ.

بدأتْ أولُ قصةِ تواصلٍ بينَنا وبينَ النحلِ في مكانٍ ذي مناظرَ طبيعيةٍ خلابةٍ أشبهَ بالموجودِ على بطاقاتِ المعايدةِ يتضمَّنُ بحيرةً محاطةً بجبالٍ وأشجارٍ خضراءَ وارفةٍ، ويُسمَّى برونوينكل في ريفِ النمسا في مطلعِ القرنِ العشرينَ.

منذُ أن كانَ كارل فون فريش طفلاً، تاقَ لفَهْمِ ما تَعْرِفُهُ الحيواناتُ وكيفيةِ إدراكِها للعالمِ. أرادَ معرفةَ ما إذا كانتِ الأسماكُ البالغةُ الصغرِ تَرَى الألوانَ أو لديها حاسةُ شمٍّ. وابتكرَ تجاربَ لاستكشافِ خبراتِ الحيواناتِ، وصوَّرَها. فكانَ أولَ مَنِ استخدمَ وسطَ الصورِ المتحركةِ الجديدَ لإنشاءِ وسيلةٍ شعبيةٍ لتوصيلِ العلومِ.

على مدى آلافِ الأعوامِ، لاحَظَ البشرُ المناوراتِ الاندفاعيةَ التشنجيةَ للنحلِ، لكن ما مِنْ أحدٍ نَظَرَ إلى هذهِ الحشراتِ باحترامٍ يَفْتَرِضُ وجودَ سببٍ وراءَ رَقْصِهَا على هذا النحوِ. قبلَ فريش، لم يُفَكِّرْ أحدٌ قَطُّ في طرحِ أسئلةٍ مِن قبيلِ لماذا يتحركُ النحلُ متمايلاً هنا وهناكَ على شكلِ الرقمِ ثمانيةٍ باللغةِ الإنجليزيةِ على نحوٍ مُتَعَاقِبٍ؟

بدءًا من عشرينياتِ القرنِ الماضي، دَرَس فريش كلَّ إيماءةٍ بسيطةٍ مِن إيماءاتِ النحلِ، وَصَارَ مفتونًا بلغزٍ لم يتمكَّنْ منْ حلِّهِ. فكانَ يَضَعُ طَبَقًا مِنَ الماءِ الْمُحَلَّى بالسكرِ مِن أجلِ نحلةٍ مِنَ الخليةِ التي يُجري عليها تجاربَهُ، ويَدْهِنُ الجزءَ الخلفيَّ منْ جسدِ النحلةِ بقليلٍ مِنَ الطلاءِ عندَ توقُّفِها هناك. وكانتِ النحلةُ الحاملةُ للعلامةِ تستمتِعُ بِتَنَاوُلِ وجبتِها منَ الماءِ المحلَّى بالسكرِ



كارل فون فريش، العالمُ الذي فَكَّ شفرةَ لغةِ النحلِ الرمزيةِ.

قبلَ أنْ تُحَلِّقَ عائدةً إلى مسكنِها حيثُ تتوقَّفُ (كلُّ النحلِ إناثٌ ما عدا اليعسوبَ) مؤقتًا خارجَ مدخلِ الخليةِ، وتُؤدي رقصةً في ضوءِ الشمسِ.

كانتِ النحلةُ الحاملةُ للعلامةِ تعودُ لاحقًا لتتغذَّى على الماءِ اللذيذِ المحلَّى بالسكرِ. ولاحظَ فريش أنَّهُ في غضونِ بضعِ ساعاتٍ فقط، كان جمعٌ هائلٌ مِنَ النحلِ الآخرِ يَنْضَمُّ إليها. وكانَ ذلكَ النحلُ دائمًا من رفيقاتِها في الخليةِ. لكنَّ الشيءَ المذهلَ حقًّا حَدَثَ في تلكَ المرحلةِ؛ إذْ عَرَفَ فريش أنَّ

النحلَ الآخرَ لم يَتْبَعِ النحلةَ الحاملةَ للعلامةِ إلى موضعِ الغذاء. كيف عَرَفَ ذلك؟ بمراقبتِهِ الخليةَ طوالَ الوقتِ عن كَثَبٍ.

وقد حَرَصَ على استخدامِ الماءِ المحلَّى بالسكرِ، لا العسلِ، كي لا تُرشدَ حاسةُ الشمِّ النحلَ إلى تلكَ المكافأةِ. وواصلَ تحريكَ طبقِ الماءِ المحلَّى بالسكرِ بعيدًا حتى صارَ على بعدِ بضعةِ كيلومتراتٍ مِن الخليةِ. ومع ذلكَ، ظَلَّتْ رفيقاتُ النحلةِ يَصِلْنَ إليه. كيف كَشَفَتْ، إذن، النحلةُ الحاملةُ للعلامةِ عنِ الموقعِ المحدَّدِ للماءِ المحلَّى بدقةٍ مكَّنَتْ رفيقاتِها في الخليةِ مِنَ الوصولِ إليه دونَ خطأٍ؟

دَرَسَ فريش النحلةَ الحاملةَ للعلامةِ عندَ مدخَلِ خليتِها، وهي ترقصُ في ضوءِ الشمسِ وتتمايلُ يمينًا وشمالاً بحركاتِها التي تبدو عديمةَ المعنى. وبينما كان فريش يحدِّقُ في النحلةِ، قرَّرَ رسمَ نمطِ رقصِها الذي يبدو غيرَ منتظمٍ في مفكرتِهِ مع ملاحظةِ وضعِ الشمسِ بعنايةٍ.

وتتبَّعَ حركاتِ رقصِ النحلةِ بكلِّ انعطافاتها يمينًا ويسارًا حتى لم يَعُدْ لديه أيُّ شكٍّ بشأنِها. لقد كانتْ هناك رسالةٌ سريةٌ في حركاتِها الراقصةِ. لقد كانَ النحلُ يتحدَّثُ لغةَ رقصٍ باستخدامِ حركاتِهِ، وقد أطلقَ عليها فريش بالألمانيةِ tanzsprache. ويمكنُ التعبيرُ عنْ هذهِ اللغةِ بمعادلةٍ حسابيةٍ. فاكتشفَ فريش أنَّ ثانيةً واحدةً مِنَ الاهتزاز عادلَتْ مسافةً طولُها كيلومتر واحدٌ، بمعنى أنَّ 1 ث هـ = 1كم . وعند جمعِ ذلكَ مع موضعِ الشمسِ واتجاهِ انعطافاتِ الهزاتِ، تتكوَّنُ رسالةٌ مشفرةٌ تشيرُ إلى موضعِ شجرةٍ واحدةٍ في غابةٍ مليئةٍ بالأشجارِ. وإذا ظهرتْ تلكَ المعادلةُ على شاشاتِ التليسكوبِ الراديويِّ الكرويِّ ذي الفتحةِ البالغِ قطرُها خمسَمائةِ مترٍ (فاست) آتيةً مِن مكانٍ آخرَ في هذِهِ المجرة، فسوفَ تدلُّ بقوةٍ على أنها رسالةٌ من كائناتٍ فضائيةٍ ذكيةٍ.

ما بدا لأجيالٍ لا حصرَ لها من الملاحظينَ أنه مجردُ حركاتٍ تشنجيةٍ لا معنى لها لحيوانٍ غبيٍّ، كان في الواقعِ رسالةً معقدةً ومعادلةً تَسترشِدُ بالرياضياتِ وعلمِ الفلكِ تُظهرُ قدرةً قويةً على قياسِ الزياداتِ الطفيفةِ في الوقتِ، وهي مصمَّمةٌ بالكاملِ لِتُعَبِّرَ عن موقعِ الثرواتِ التي أرادتِ النحلةُ مشاركتَها مع أخواتِها. فاستخدمتِ النحلةُ الراقصةُ زاويةَ نَجْمِنا، الشمسِ، لتُشِيرَ إلى

الاتجاهِ العامّ لموقعِ الطعامِ. ولاحظَ فريش أنه عندما رَقَصَتِ النحلةُ للأعلى مباشرةً، كانت تقولُ «فلْتَطِرْنَ ناحيةَ الشمسِ». وعندما تحرَّكَتْ لأسفلَ، كانت تقولُ «فلْتطرنَ بعيدًا عَنْهَا».

عبَّر دورانُها يمينًا ويسارًا عن الإحداثياتِ الدقيقةِ لمكانِ الطعامِ في الفضاءِ، والذي يبعدُ مسافةَ كيلومتراتٍ أحيانًا. وأشارتْ مدةُ رَقْصِها - التي وصلتْ إلى جزءٍ مِن الثانيةِ - إلى طولِ المدةِ التي سَتَسْتَغْرِقُها رفيقاتُها منَ النحلِ الآخرِ ليصلنَ إلى مكانِ الطعام. وأضافَتِ النحلةُ كذلك إلى حساباتِها سرعةَ الرياحِ لتحدِّد على نحوٍ أدقَّ الرسالةَ التي عَبَّرَتْ عنها برقصِها. هذا يحدثُ في أيِّ وقتٍ في العامِ، وفي كلِّ خلايا النحلِ، وفي جميعِ القاراتِ. فكلُّ النحلِ الاجتماعيِّ يَعْرِفُ كيفَ يحسُبُ المعادلاتِ الملاحيةَ لرحلاتِهِ في المكانِ والزمانِ والتعبيرَ عنها. وقد تختلِفُ أساليبُ رقصِهِ في مناطقَ مختلفةٍ مِنَ العالمِ، بيدَ أنَّهُ من الممكنِ الوصولُ إلى ترجمتِها بسهولةٍ.

لماذا أُطلق على هذه القصةِ أولُ قصةِ تواصلٍ؟ نوعانِ مختلفانِ كلَّ الاختلافِ إلى أقصَى حدٍّ ممكنٍ تصورُهُ - البشرُ والنحلُ - تطورا في مساراتٍ تطوريةٍ تباعدَتْ قبلَ عدةِ مئاتِ الملايينِ مِنَ السنينَ. ومع ذلك، هذانِ النوعانِ - على حدِّ عِلْمِنا - هما الوحيدانِ على هذا الكوكبِ اللذانِ تمكَّنا من إنشاءِ لغةٍ رمزيةٍ يمكنُ التعبيرُ عنها رياضيًّا وتَسترشدُ بمعرفةِ القوانينِ الفيزيائيةِ، إنها لغةُ العلمِ. وهذهِ اللغةُ هِي اللغةُ الوحيدةُ، وفقًا لتوقعاتِ العلماءِ، التي منَ المرجَّحِ أنْ يتشارَكَها البشرُ مع أيِّ حضارةٍ فضائيةٍ.

لقد عِشنا إلى جانبِ النحلِ على مدى دهورٍ، ولم نتصوَّرْ قطُّ مدى تعقيدِ اتصالاتِهِ. وما تعلَّمناهُ عنْ مجتمعِ النحلِ في عقودٍ منذُ عهدِ فريش تخجَلُ أمامَه أقصى طموحاتِ البشرِ، ويُغيِّر فكرتَنَا عن الحياةِ الذكيةِ على الأرضِ.



بينما أكتبُ هذه الكلماتِ، تبدو النظمُ الديمقراطيةُ في العالمِ أكثرَ ضعفًا من أيِّ وقتٍ مضى. لكنْ ثمةَ أماكنُ على الأرضِ لا ينطبقُ عليها ذلك؛ أماكنُ لكلِّ فردٍ فيها صوتٌ، ولا تعرفُ الفسادَ، وتَسيرُ فيها أعمالُ المجتمعِ بناءً على التواصلِ إلى إجماعٍ في الآراءِ من خلالِ النقاشِ. وهذه الأماكنُ هي أيُّ مكانٍ يَتَجمَّع فيه النحلُ.

على عكسِ الاعتقادِ السائدِ، فخليةُ النحلِ ليستْ نظامًا ملكيًّا. الملكةُ ليستِ الحاكمَ المطلَقَ الذي يتحكَّمُ في كلِّ النحلِ الآخرِ، وإنما دورُ هذه النحلةِ يكادُ يكونُ تكاثريًّا بالكاملِ. فأيُّ نحلةٍ أنثى يمكنُ أن تعتلِيَ العرشَ بشرطِ حصولِها على الغذاءِ الصحيحِ والمكانِ المناسبِ لتنموَ.

وعندما يزدادُ الطقسُ دفئًا وتُزهِرُ الأشجارُ، تُسلِّمُ النحلةُ الملكةُ مقاليدَ الحكمِ إلى جيلٍ تالٍ من الملكاتِ. وفي تلكَ الفترةِ منْ حياةِ الخليةِ -نهايةَ الربيعِ أو بدايةَ الصيفِ- يُصيب الاضطرابُ



اجتماعٌ سياسيٌّ لخليةِ النحلِ، إذ يُبلِّغُ النحلُ الكشَّافُ السربَ بما تَوَصَّلَ إليه من نتائجَ بشأنِ المواقعِ المحتملةِ لموقعِهِ الجديدِ.

ويلي ذلك نقاشٌ كبيرٌ.

نحوَ نصفِ عددِ النحلِ في الخليةِ، أي حوالَيْ عشرةِ آلافِ نحلةٍ. فيُقررُ أنه قد حانَ الوقتُ لمغادرةِ الخليةِ الأمِّ لتأسيسِ مستعمرةٍ جديدةٍ لا يعلَمُ مكانَها بعدُ. وعندما يرحَلُ، يكونُ رحيلاً بلا عودةٍ.

يتطلَّبُ الأمرُ شَجاعةً مِن النحلِ ليتركَ الخليةَ دونَ رجعةٍ، ويُخاطِرَ بكلِّ شيءٍ ويختارَ المجهولَ. والقرارُ المصيريُّ بالمغادرةِ بأعدادٍ كبيرةٍ يُثيرُ كلَّ أنواعِ الأنشطةِ في الخليةِ. فتبدأُ الملكاتُ العَذَارى في النموِّ في محاضِنِها الخاصةِ. وتحيطُ بالملكةِ الحاكمةِ الشَّغَّالاتُ اللاتي يَعملْنَ على دفعِها باستمرارٍ. ولا يُقصَدُ بهذا الدفعِ التصرفُ بعدوانيةٍ، وإنما تَضَعُ الشغالاتُ للملكةِ برنامجَ تمارينَ رياضيةٍ صارمًا؛ كي تتمكَّنَ منْ خسارةِ الوزنِ والعودةِ إلى لِيَاقَتِها التي تسمحُ لها بالطيرانِ. وعندما يُصبحُ الجميعُ مستعدًّا، تبدأُ أولُ مرحلةٍ منْ رحلتِهِم الملحميةِ؛ إذ يحينُ الوقتُ للمغادرةِ بأعدادٍ كبيرةٍ.

تخرجُ، فجأةً، سحابةٌ سوداءُ تمثِّلُ خروجًا هائلاً لآلافِ النحلِ مِنَ الخليةِ. ومعَ اعتلاءِ ملكةٍ جديدةٍ العرشَ في الخليةِ الأصليةِ، تحتلُّ الملكةُ الأمُّ السابقةُ مكانًا مميزًا في مركزِ تلكَ الحشودِ المغامرةِ. ويتجمَّعُ النحلُ من جديدٍ كسربٍ كثيفٍ يُشبه في شكلِهِ دمعةَ العينِ ويعُجُّ بنشاطٍ متأججٍ، بينما يتدلَّى ثقيلاً منْ غصنِ شجرةٍ قريبٍ ككيانٍ واحدٍ مؤلَّفٍ مِنْ عددٍ هائلٍ مِنَ الأفرادِ.

تُرسَلُ المئاتُ مِنْ أكبرِ النحلِ عمرًا، والذي يُسمَّى النحلَ الكشَّافَ، في اتجاهاتٍ شتى للقيامِ بمهامَّ استكشافيةٍ على مساحةٍ يبلغُ نصفُ قُطْرِها ثلاثةَ أميالٍ. فيبحثُ ذلكَ النحلُ الكشَّافُ بينَ الأشجارِ المحيطةِ عنْ أفضلِ مسكنٍ جديدٍ. ويكونُ دقيقًا للغايةِ في اختيارِهِ؛ فليسَ أيُّ مكانٍ يَفِي بالغرضِ، وإنما يجبُ أن يكونَ البابُ الأماميُّ، وهو تجويفٌ في الشجرةِ، عاليًا بما فيه الكفايةُ كي لا تتمكَّنَ الدببةُ وغيرُها مِنَ الكائناتِ الناهبةِ منَ الوصولِ بسهولةٍ إلى داخلِ الخليةِ وسرقةِ عَسَلِها الثمينِ. والملامحُ الداخليةُ للخليةِ لا تَقِلُّ أهميةً. فيبذلُ النحلُ الكشَّافُ جهدًا كبيرًا لقياسِ

التجويفِ؛ إذ يزحَفُ على جدرانِهِ ويطيرُ جيئةً وذهابًا بين اللِّحاءِ الداخليِّ للشجرةِ. والمساحةُ المربعةُ الكليةُ مهمةٌ للغايةِ؛ فالنحلُ لا يبيتُ بياتًا شتويًّا. لذلك يكونُ عليه تدفئةُ المكانِ مِنْ أجلِ الشتاءِ الطويلِ، إلى جانبِ الحرصِ على إنتاجِ ما يَكْفِي منَ الطعامِ -العسلِ- لِيَكْفِيَه طوالَ الشتاءِ. ويلزمُ كلَّ نحلةٍ كشَّافةٍ قياسُ الأبعادِ -الطولُ والعرضُ والعمقُ- بدقةٍ. فإذا كانَ المكانُ أصغرَ أو أكبرَ مِنَ اللازمِ بعضَ الشيءِ، فسيُقضَى على السربِ بأكملِهِ قبلَ حلولِ الربيعِ التالي. وما إن يأخُذُ النحلُ الكشَّافُ كلَّ القياساتِ حتى يعودَ إلى السربِ ليبلغَهُ بالنتائجِ.

عندما يعودُ كلُّ أفرادِ النحلِ الكشَّافِ، يكونُ النحلُ جاهزًا لعقدِ اجتماعِهِ السنويِّ. وتبحثُ كلُّ نحلةٍ كشَّافةٍ عن مكانٍ لتقِفَ فيه بين السربِ، وتُقدِّمَ حُجتَها بشأنِ أفضلِ موقعٍ اكتشفَتْه. وهذا النقاش المتعلِّقُ بالبحثِ عنْ مسكنٍ يُجريه النحلُ بلغَتِهِ الرمزيةِ العلميةِ الرياضيةِ. ويستخدمُ المئاتُ منَ النحلِ الكشَّافِ بعدَ ذلكَ الرقصَ المتمايلَ للإعلانِ عنِ المسكنِ الذي وَجَدَته.

في البدايةِ، تجذِبُ كلُّ نحلةٍ جمهورًا لها. وتتنوَّعُ الآراءُ تنوعًا كبيرًا مع جذبِ كلِّ نحلةٍ نصيبَها من الأتباعِ. في اجتماعاتِ البشرِ السياسيةِ، يَكذِبُ الناسُ دائمًا؛ ويُثيرون مشاعِرَنا عنْ طريقِ تشويهِ صورةِ الآخرِ وإلقاءِ المسئوليةِ علَى الغيرِ وإثارة مخاوِفِنا واستغلالِ نقاطِ ضعفِنا. لكنَّ النحلَ لا يُمكِنُه المخاطرةُ بفعلِ ذلكَ. في كلتا الحالتَيْنِ، أيْ عندَ البشرِ والنحلِ، يعتمِدُ المستقبلُ على رؤيةِ الواقعِ بوضوحٍ. لكنْ لسببٍ ما، يَسْهُلُ التلاعبُ بالبشرِ وخداعُهم. والنحلُ يَعْرِفُ بصورةٍ ما أنَّ عليه التمسكَ بالحقائقِ، وينبغي أن يتحرَّى الدقةَ، ولا يمكنُهُ اللجوءُ للمبالغةِ. إنه يتصرَّفُ كما لو كان يَفْهَمُ أن عليه تحرِّيَ الصِّدقِ؛ فلا يمكنُ خداعُ الطبيعةِ.

يجذبُ بعضُ النحلِ الكشَّافِ أعدادًا أكبرَ مِنَ الأتباعِ، بينما يَرْقُصُ البعضُ الآخرُ دونَ دعمٍ مِنْ أحدٍ حتى يخْضَعَ بدورِهِ وينضمَّ لمؤيدي نحلةٍ كشَّافةٍ أخرى. والنحلُ الكشَّافُ الذي عَثَرَ على أفضلِ المواقعِ لمسكنِ السربِ الجديدِ يكونُ الأكثرَ حماسًا في رقصِهِ المتمايلِ. وتؤكِّدُ الملاحظةُ العلميةُ الوثيقةُ على مدى عدةِ عقودٍ حقيقةَ أنَّ لكلِّ نحلةٍ تصورًا مثاليًّا للمسكنِ الجديدِ. وكما هو

الحالُ مَعَ الانتخاباتِ الأوليةِ للأحزابِ، يتراجَعُ بعضُ النحلِ الراقصِ معَ تقدُّمِ العمليةِ؛ حتى لا يَبْقَى سوى عددٍ قليلٍ من المتنافسِينَ.

لا يَثِقُ أعضاءُ السربِ في شهادةِ النحلِ الراقصِ الأكثرِ شعبيةً ثقةً عمياءَ، وإنما يذهَبُ الكثيرُ منه للتحققِ مِنَ الأمر بنفسِهِ. فالشكُّ إحدى آلياتِ البقاءِ. يُحَلِّقُ النحلُ المعنيُّ بالكشفِ عنِ الحقائقِ إلى الموقعِ لإجراءِ تقييماتٍ مستقلةٍ له. وعلينا التوقفُ هنا للحظةٍ لنتأمَّلَ مدى الدقةِ التي لا بدَّ أنْ تكونَ عليها الرسالةُ المعبَّرُ عنها بالرقصِ المتمايلِ. فهي تعبِّرُ عن إحداثياتِ شجرةٍ واحدةٍ محددةٍ وسطَ غابةٍ مليئةٍ بالأشجارِ. ويتَّجِهُ النحلُ الكشَّافُ إليها مباشرةً في كلِّ مرةٍ. وإذا اكتُشِفَ أنَّ التجويفَ جيدٌ كما أُذيع، يعودُ النحلُ إلى السربِ حيثُ سيرقُصُ بدورِه متغنيًا بالمسكنِ الجديدِ.

ومعَ قدومِ المزيدِ مِنَ النحلِ الكشَّافِ وهبوطِهِ في السربِ عائدًا منْ مهماتِ التحققِ، يرقصُ متمايلاً في تناغُمٍ معَ النحلةِ الراقصةِ الأصليةِ. ويبدأُ آخِرُ المماطلينَ منَ النحلِ الراقصِ المنافسِ في الانجرافِ نحوَ الأغلبيةِ. ودونَ خداعٍ أو عنفٍ أو مساوماتٍ خفيةٍ، يكونُ النحلُ الكشَّافُ أولَ مَنَ يصلُ إلى إجماعٍ في الآراءِ. لكنْ تظلُّ الغالبيةُ العظمَى من السربِ بحاجةٍ للإقناعِ. وما إن يجتمعونَ جميعًا خلف رقصةٍ واحدةٍ ويصلُون إلى إجماعٍ فعليٍّ في الآراءِ حولَ أفضلِ مكانٍ جديدٍ ليتَّخذوه مسكنًا لهم حتى يمكنَ للهجرةِ الكبرى أن تبدأَ.

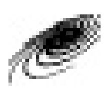
يتغيَّرُ في تلكَ المرحلةِ سلوكُ السربِ إلى نشاطٍ محمومٍ، ويزدادُ صوتُ الطنينِ علوًّا. ويبدأُ كلُّ شيءٍ بصوتِ زمجرةٍ؛ إذ يزيدُ النحلُ الطنانُ مِن سرعةِ محركاتِهِ قبلَ الإقلاعِ ليصِلَ إلى درجةِ حرارةِ الطيرانِ المثاليةِ البالغةِ 95 درجة فهرنهايت. وعندئذٍ، يَقيس النحلُ الكشَّافُ حرارةَ النحلِ الآخرِ ليتأكَّدَ مِن أنَّه مستعدٌّ للتحليقِ أيضًا. وفي غضونِ 60 ثانيةً مِن الإقلاعِ، ترحَلُ عشرةُ آلافِ نحلةٍ في سربٍ واحدٍ نحوَ مسكنِها الجديدِ، مع وجودِ الملكةِ في منتصَفِ السربِ الذي يُساوي في حجمِه حافلةَ مدرسةٍ. وإذا لم تبلُغِ الملكةُ المكانَ المستهدَفَ، لا يستطيعُ السربُ

المواصَلَةَ ويفقِدُ طريقَهُ. فتعتمِدُ المستعمرةُ المحلقةُ في الهواءِ، مسترشدةً بالشمسِ، اعتمادًا كاملاً على ملكتِها وقيادتِها.

ما إن يَصِلُ السربُ إلى وجهتِهِ حتى يختفِيَ بالكاملِ داخلَ تجويفِ الشجرةِ، ويسودَ سكونٌ غريبٌ بالهواءِ الذي كان يَعجُّ بالطنينِ. فسربُ النحلِ هو نوعٌ مِن العقلِ؛ وعيٌ جماعيٌّ تُساهم فيه كلُّ نحلةٍ مِن أفرادِهِ.

وبعدَ الانتهاءِ مِن الانتقالِ، يحينُ وقتُ فكِّ الأغراضِ، وتزيينِ الحضَّانةِ، وملءِ الخزينةِ بأقراصِ شمعِ العسلِ التي تقدِّمُ دروسًا مثاليةً في الهندسةِ، وتحويلِ المكانِ إلى مسكنٍ خاصٍّ بهم... حتى يزدادَ الطقسُ دفئًا وتُزهِرَ الأشجارُ مجددًا. وهكذا كان الحالُ لعشراتِ الملايينِ مِن السنينَ.

إنَّ هذه المعرفةَ الدقيقةَ لحياةِ النحلِ هي إرثُ كارل فون فريش الذي كانَ أولَ مَن فكَّ شفرةَ لغةِ النحلِ الرمزيةِ ليتواصلَ مع عقلٍ مِن نوعٍ مختلفٍ تمامًا.



على مدى العقودِ التاليةِ، استكملَ علماءُ آخرونَ مسيرةَ فريش في دراسةِ عقولِ النحلِ. فصِرْنَا نعرفُ الآنَ أنَّ النحلَ ينامُ، ويشُكُّ بعضُ العلماءِ أنَّه يحلُمُ أيضًا. فنبني بذلك جسرًا فوق الفجوةِ التي فَصَلَت بينَنا وبينَ تلك المخلوقاتِ على مدى نصفِ مليارِ عامٍ. لكن، بعدَ كلِّ ذلكَ الوقتِ، ثمةَ جوانبُ تَقَارَبَ فيها النوعانِ، ألا وهي الزراعةُ والهندسةُ واللغةُ والسياسةُ. لقد



سافر تشارلز داروين حولَ العالمِ لدراسةِ الحياةِ فيه. وعندَ عودتِهِ إلى إنجلترا، نشَرَ سجلاً مصورًا ضخمًا للظواهرِ الحيوانيةِ التي لاَحَظَها، بما في ذلكَ هذه الصورُ المقتبسةُ من إصدارَيْ عامَي 1839 و1841، وتَعْرِضُ (مِن اليسارِ إلى اليمينِ) ثعلبَ داروين، وفأرَ داروين ذا الأذنَين الشبيهتينِ بأوراقِ الشجرِ، وقطَّ البامباس، وإوزةَ الإنديز.

عِشنا مع النحلِ دهورًا مِن الزمانِ، لكننا لم نتجاوَزْ في نظرتِنا إليه ما يُمكنُه أن يفعلَه من أجلِنا؛ مثلَ العسلِ الذي يصنعُه، والمحاصيلِ التي يُلَقِّحُها. لقد أَعَمانا تمحورُنا حولَ ذاتِنا عن الثقافة المعقدةِ لهذه الكائناتِ. فما الذي أَفَاقَنَا من غيبوبتِنا لنتمكَّنَ أخيرًا من إدراكِ ذكاءٍ آخرَ لطالما كانَ موجودًا حولَنا؟

أعتقدُ أن ثمةَ رجلاً واحدًا فاقَ ما فعلَه أيُّ شخصٍ آخرَ لتمهيدِ الطريقِ لنا في هذا الشأنِ. وفي نظري، كان ذلكَ الرجلُ أعظمَ مُعَلِّمٍ رُوحانيٍّ في الألفيةِ الماضيةِ. فكانَ هو مَن تَوَصَّلَ إلى الطريقةِ التي تطوَّر بها قصرُ الحياةِ مِن هيكلٍ متواضعٍ ذي غرفةٍ واحدةٍ إلى صرحٍ مِن الأبراجِ الشاهقةِ التي تَصِلُ إلى النجومِ. وكان هو مَن لَمَح لأولِ مرةٍ الحيواتِ السريةَ لغيرِنا من سكانِ الأرضِ.

في مكانٍ ما، ثمةَ قاعاتٌ تُسمَّى «قاعاتِ الانقراضِ»، وهي ضريحٌ لكلِّ الأغصانِ المتكسرةِ في شجرةِ الحياةِ. بيد أن هذهِ الشجرةَ لا تزالُ حيةً، حتى معَ مواصلةِ العلماءِ مراجعتَهم لرأيِهم في

هيكلِها. وقد شَهِدت أربعةَ مليارات فصلِ ربيعٍ منذُ أن ضربَت بجذورِها في الأرضِ لأولِ مرةٍ. وخرجَتْ أزهارُها باحتمالاتٍ غيرِ متوقعةٍ. فالبشرُ وجميعُ صورِ الحياةِ على الأرضِ نشأتْ من خليةٍ واحدةٍ. وما مِن سبيلٍ ببساطةٍ للتنبؤِ - حاليًّا على أيِّ حالٍ - بما يمكنُ أن يصيرَ عليه شكلُ الحياةِ في المستقبلِ، فما من سبيلٍ للتنبؤِ بالأشكالِ والإمكاناتِ التي يمكنُ أن تصدُرَ عن أكثرِ الكائناتِ بساطةً على مدى فتراتٍ زمنيةٍ طويلةٍ للغايةِ. الحياةُ نفسُها يمكنُ النظرُ إليها بوصفِها



خاصيةً ناشئةً للكيمياءِ، والعلومُ خاصيةٌ ناشئةٌ للحياةِ؛ فهي طريقةٌ توصَّلَتْ إليها الحياةُ لتبدأَ في معرفةِ نفسِها.

لم تتخذِ الحياةُ ذلكَ الاتجاهَ عن عمدٍ؛ فالتطورُ ليسَ مُتعمَّدًا. فالحياةُ تترنَّحُ وتتمايلُ عبرَ الدهورِ، تطرقُ عشوائيًّا جميعَ الأبوابِ لتعثرَ على البابِ المؤدِّي إلى المستقبلِ، ثمَّ تندفعُ عبرَهُ بقوةٍ لتواصلَ إرسالَ رسالتِها إلى أزمانٍ بعيدةٍ.

لم يعرِفْ أحدٌ بوجودِ ذلكَ القصرِ؛ لقد كان مخفيًّا بغشاوةِ الزمانِ، ومحجوبًا بالأساطيرِ. لكن رجلاً واحدًا كَشَفَ عنه الستارَ، ودرسَ أكبرَ قدرٍ ممكنٍ من أنواعِ الحياةِ. وأبحرَ إلى مجموعةٍ مِن الجزرِ بالطرفِ الآخرِ مِن الكوكبِ بحثًا عن أنواعٍ غريبةٍ. ودرسَ النحلَ والزهورَ وطيورَ

البرقشِ والرخوياتِ وديدانَ الأرضِ لمدةِ ثلاثينَ عامًا. فتمخَّضَ عملُهُ عن نموذجٍ ثوريٍّ هزَّ العالمَ.

كشَفَ عملُ داروين عن أنَّ البشرَ ليسوا أسيادَ العالمِ الذين خُلِقوا بمعزلٍ عن بقيةِ المخلوقاتِ وكُلِّفوا بإدارتِهِ، وإنما هم نوعٌ متعجرفٌ لأسرةٍ قديمةٍ ومهيبةٍ. انتظرَ داروين ليُخبِرَ العالمَ بما اكتشفَه حتى يتمكَّنَ من إثباتِ صحتِهِ بما لا يدعُ مجالاً للشكِّ. لكنَّه حقَّق حينذاكَ إنجازًا عظيمًا آخرَ؛ إذ كانَ من أوائلِ مَن أدركوا أنه إذا كانتِ الحياةُ كلُّها مرتبطةً ببعضِها، فثمةَ آثارٌ فلسفيةٌ محددةٌ لذلكَ. فإذا لم نكنْ قد خُلِقنا بمعزلٍ عن الكائناتِ الأخرَى، أَفَلاَ يكونُ من المفترَضِ أن نتشارَكَ قدرًا أكبرَ من هويتِنا مع هذهِ الكائناتِ، مثل وعيِنا وعلاقاتِنا مع الآخرينَ حتى مشاعرِنا؟

بدلاً من وجودِ البشرِ في الجزيرةِ المنعزلةِ في الكونِ، أدركَ **داروين** أنَّنا محاطونَ بأشكالٍ أخرى للحياةِ والوعيِ. وكانَ العلمُ، عندَ داروين، سبيلاً إلى مستوًى أكثرَ عمقًا يتسمُ بالتعاطفِ والتواضعِ. فعندما وصَلَ إليه خبرٌ أنَّ مزارعًا محليًّا كان يُسيءُ معاملةَ خِرَافِهِ، تركَ أبحاثَه ليلقِيَ



أحدُ أكثرِ الإنجازاتِ العلميةِ مَدْعاةً للفخرِ: لقد تَتَبَّعنا سلالَتَنا وصولاً إلى ما نعتقِدُ أنه أقدمُ سلفٍ مشتركٍ لنا مع مملكةِ الحيوانِ كلِّها. ساكورايتس كورونـاريوس (Saccorhytus coronarius)، الموضَّحُ هنا كما تصوَّرَهُ أحدُ الفنانينَ والذي اكتُشِفَ حديثًا كأحفورةٍ دقيقةٍ في الصينِ، لم يتعدَّ عرضُه ملليمترًا واحدًا فقط عندما عاشَ قبلَ 540 مليونَ سنةٍ.

القبضَ على ذلكَ الرجلِ. وكشفَ داروين عن المعاناةِ المروعةِ للحيواناتِ البريةِ التي كانتْ تقعُ في الأشراكِ الفولاذيةِ، وتلكَ التي كانتْ تُجرَى عليها تجاربُ جراحيةٌ دونَ إخضاعِها للتخديرِ. وعلى مدى حياتِهِ كلِّها، كانتْ تطاردُه صورةُ كلبٍ عاجزٍ يَلْعَق يدَ معذبِهِ في أثناءِ تعرضِه للتشريحِ على يدِ عالِمٍ. وامتدَّ هذا التعاطفُ كذلكَ إلى النوعِ البشريِّ. فأدركَ داروين الغشاوةَ التي كان يُعاني منها معاصرُوه في القرنِ التاسعَ عشرَ. وفي سيرتِهِ الذاتيةِ، روى قصةَ امرأةٍ إفريقيةٍ قَفَزت من أعلى جرفٍ لتلقَى حتفَهَا بدلاً من أن تُسَلِّمَ نفسَها لتُستعبَدَ في البرازيلِ. وأشارَ داروين إلى أنَّها لو كانتْ سيدةً رومانيةً من العصورِ الكلاسيكيةِ القديمةِ، لاختلفتِ النظرةُ إليها، وكان الناسُ سيطلقونَ اسمَها على بناتِهم.

وكان داروين أولَ مَن بدأَ الدراسةَ العلميةَ للعالمِ الخفيِّ تحتَ سطحِ الغاباتِ. وأدركَ أنَّ أطرافَ جذورِ الأشجارِ تشبهُ الأدمغةَ؛ إذ تستشعرُ أفعالَ الأشجارِ وتُوَجِّهُها، وإن كانَ ذلكَ ببطءٍ. وقرأَ التعبيراتِ المرتسمةَ على وجوهِ الحيواناتِ، محاولاً معرفةَ ما إذا كانتْ تختبرُ المتعةَ والألمَ والخوفَ مِثْلما يفعلُ البشرُ. لقد كانَ **داروين** متضرعًا للطبيعةِ أرشدتْ معرفتُه بالعلومِ تعاطفَه، ودَفَعَتْه إلى آفاقٍ جديدةٍ.

أُفَكِّر في داروين عندما أحدِّقُ في صورةِ المخلوقِ ساكورايتس كوروناريوس (Saccorhytus coronarius). عندما عاشَ ذلكَ المخلوقُ قبلَ 540 مليونَ عامٍ، كان مخلوقًا مجهريًّا. لكنَّه يبدو كبيرًا في نظرِنا الآنَ؛ لأنَّ ذلك المخلوقَ هو أقدمُ سلفٍ مشترَكٍ بينَ البشرِ والحيواناتِ الأخرى توَصَّلَ إليه الإنسانُ على الإطلاقِ.

ماذا سيحدثُ إذا تَمَكَّنَّا من التفكيرِ في ذلكَ الرابطِ على محملِ الجدِّ، وجمَّعْنا يومًا ما كلَّ معرفتِنا عن الحياةِ واستخدمناها لإنشاءِ «قَوْس خبراتٍ»، وهو مكانٌ نقفُ تحتَه كي نشعُر حقًّا بما يشعُرُ به الآخرُ. ماذا سيحدثُ إذا تمكَّنَّا من الشعورِ بسعادةِ طائرِ كوندور عملاقٍ وهو يُحلِّقُ عاليًا فوقَ التياراتِ الدافئةِ في سلسلةِ جبالِ الإنديزِ، أو لوعةِ حوتٍ أَحْدَبَ يُغني لمحبوبتِهِ عبرَ المحيطِ الهادئِ الشاسعِ، أو بالخوفِ في قلبِ أعتى أعدائِنا؟ كيف سيُغَيِّرُ ذلكَ عالمَنا؟

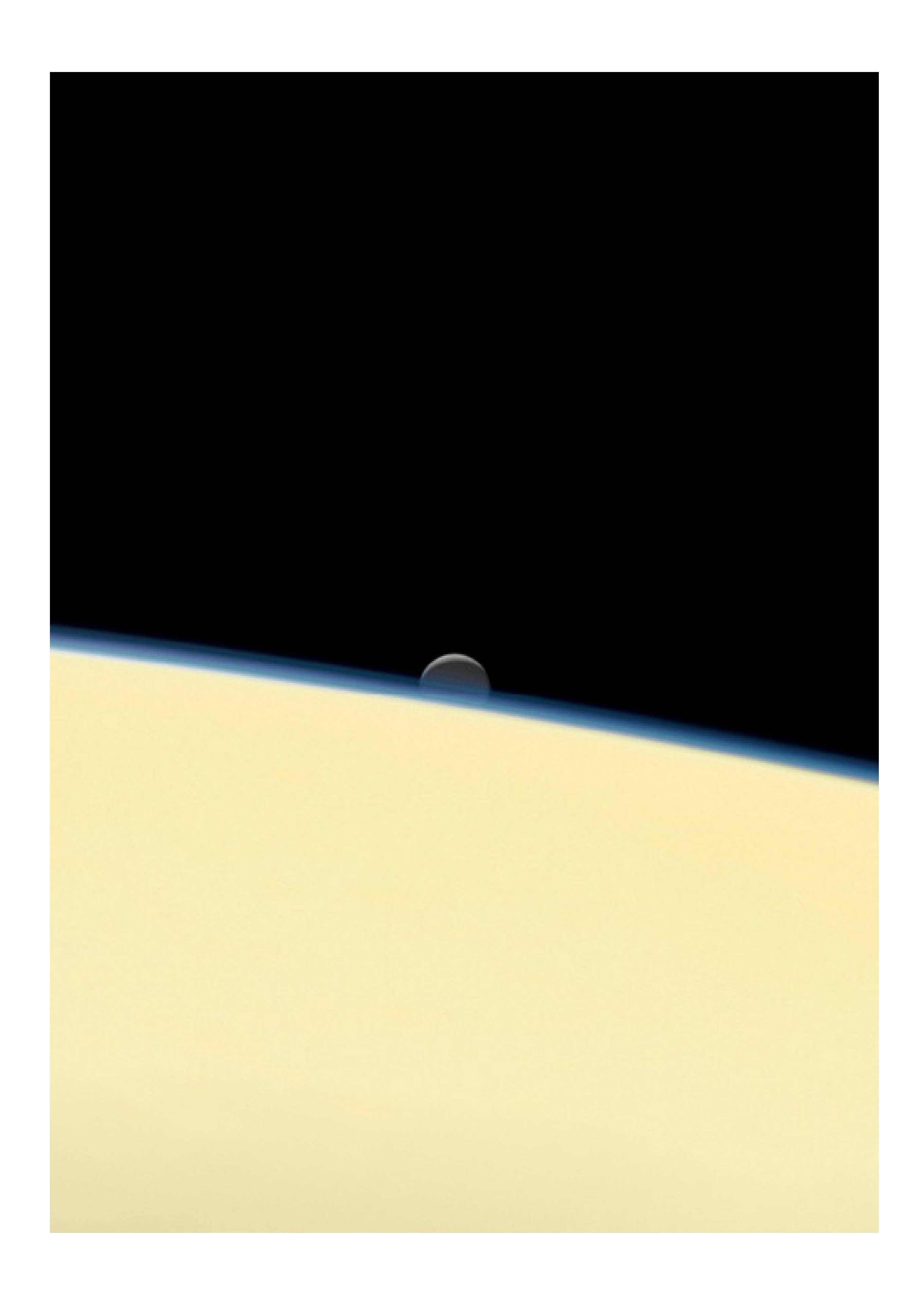
نتكوَّنُ نحن وجميعُ الكائناتِ من السماتِ نفسِها... نحمِلُ المادةَ الوراثيةَ ذاتَها ... لكنْ معَ اختلافِ الرحلةِ التطوريةِ.

هلْ مِنْ عوالمَ أخرَى محتملةٍ في الكونِ تتقارَبُ وتتقاطَعُ فيها مساراتُ الحياةِ؟ إنني أفكِّرُ في كائنٍ «بطيءِ الخطوِ» ذلك الكائنِ المجهريِّ الذي ينبعِثُ من بينِ المَوْتى ليعيشَ على الأرضِ في أماكنَ جحيميةٍ لا يُمكِنُ لأحدٍ آخرَ العيشُ فيها. لقدْ نَجَا من أحداثِ الانقراضِ الخمسةِ جميعِها، ويُمكنُه العيشُ أيضًا في الفضاءِ دونَ واقٍ. وقد تمَّ تصويرُ هذه الكائناتِ الصغيرةِ للغايةِ، التي لا يُمكِنُ رؤيتُها بالعينِ المجردةِ، في معهدِ أبحاثِ سينكنبرج ومتحفِ التاريخِ الطبيعيِّ في ألمانيا،

حيثُ بدا عليها طوالَ ساعةٍ أ نَّها تُروِّحُ عن بعضِها. ويمكنُكَ رؤيةُ ذلك بنفسِك. ومن الواضحِ أنَّ ما يحدثُ بين هذه الكائناتِ هو نوعٌ منَ المودةِ والحنانِ.

إذا كانَ النحلُ يحلُمُ، وكائناتُ «بطيء الخطوِ» تحتضنُ بعضَها، فهلْ يوجدُ عددٌ لا يُحصَى من السُّبلِ في الكونِ يمكِّنُ الحياةَ من التعبيرِ عن التأملِ والحبِّ؟

لَيْتنا نستطيعُ الوقوفَ تحتَ قوسِ الخبراتِ أو نشيِّدُ واحدًا داخلَ أنفسِنا.



القمرُ إنسيلادوس خلفَ كوكبِ زحلَ في إحدى الصورِ الأخيرةِ المرسلةِ من مركبةِ الفضاءِ كاسيني التابعةِ لوكالةِ ناسا قبل هبوطِها الأخيرِ إلى الغلافِ الجويِّ لزحل

| الفصلُ الثامنُ |

تضحيةُ كاسيني

في القرنِ السابعَ عشرَ كانَ لا يزالُ هناكَ بعضُ الأملِ في أنه حتى لو لم تكُنِ الأرضُ مركزَ الكونِ، فقد تكونُ «العالَم» الوحيدَ. لكن تليسكوب **جاليليو** كشَفَ عن أن «القمرَ لا يملِكُ بالتأكيدِ سطحًا ممهدًا ومصقولاً» وأنَّ العوالمَ الأخرى قد تبدُو «مشابهةً للغايةِ لسطحِ الأرضِ نفسِها». وأظهرَ القمرُ والكواكبُ الأخرى بجلاءٍ احتماليةَ أن تكونَ عوالمَ شأنُهَا شأنُ الأرضِ باحتوائِهَا على جبالٍ وفوهاتِ براكينَ وأغلفةٍ جويةٍ وأغطيةٍ جليديةٍ قطبيةٍ، هذا فضلاً عن مجموعةٍ مذهلةٍ من الحلقاتِ المحيطيةِ حول كوكب زحل التي لمْ يُسمَعْ عنها من قبلُ.

استغلتْ مركبةُ «فوياجر 2» اصطفافًا نادرًا للكواكبِ؛ فأدى تحليقُها بالقرب من المشتري إلى تسارعِهَا نحوَ زُحَل، ومن زُحل إلى أورانوس، ومن أورانوس إلى نبتون، ومن نبتون إلى النجومِ. لكنْ لا يُمكنُنا فعلُ ذلك في أي وقتٍ نشاءُ؛ فالفرصةُ السابقةُ للقيامِ بلعبةِ البلياردو السماويِّ تلك سنحَتْ في عهدِ الرئيس الأمريكيِّ **توماس جفرسون**. في ذلك الوقت، كنا في مرحلةِ الاستكشافِ مِن على ظهرِ الخيولِ والزوارقِ الصغيرةِ والسفنِ الشراعيةِ (كانتِ البواخرُ التقنيةَ التحوليةَ الجديدةَ التاليةَ).

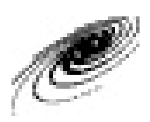
- كارل ساجان، «نقطة زرقاء باهتة»

بعضٌ من قادةِ الفريقِ الأصليّ لبعثةِ كاسيني التابعةِ لوكالةِ ناسا. يجتمِعُ في هذه الصورةِ (من اليسارِ إلى اليمينِ) تورنس جونسون وجوناثن لونين وجيف كوزي وكارولين بوركو وداريل ستروبل في صالةِ العرضِ الخاصةِ بكبارِ الشخصياتِ، وقد



بعضٌ من قادةِ الفريقِ الأصليّ لبعثةِ كاسيني التابعةِ لوكالةِ ناسا. يجتمِعُ في هذه الصورةِ (من اليسارِ إلى اليمينِ) تورنس جونسون وجوناثن لونين وجيف كوزي وكارولين بوركو وداريل ستروبل في صالةِ العرضِ الخاصةِ بكبارِ الشخصياتِ، وقد

أطلُّوا على مرفقِ عملياتِ الطيرانِ الفضائيّ بشبكةِ الفضاءِ السحيقِ في مختبرِ الدفعِ النفَّاثِ في سبتمبر 2017. كانوا قد تصوَّروا رحلتَها الملحميةَ الطَّموحَ ونفَّذُوها، واجتمعُوا آنذاكَ لإلقاءِ تحيةِ الوداعِ عليها.



تُوجدُ غرفةٌ في باسادينا بولايةِ كاليفورنيا يجلِسُ فيها النساءُ والرجالُ في وحداتِ تحكُّمٍ يُصدرون منها أوامرَ لروبوتاتٍ تجوبُ أنحاءَ العوالمِ الأخرى، ويتواصلون مع السفنِ الفضائيةِ التي تُبحِرُ في الفضاءِ السحيقِ بينَ النجومِ. تتَّسِمُ شبكةُ الفضاءِ السحيقِ في مختبرِ الدفعِ النفَّاثِ ببرودتِهَا وإضاءتِها كموقعِ تصويرٍ سينمائيٍّ، وتعتيمِها لدرجةٍ مِن الظلامِ الْمُقبِض تجعَلُ المسمياتِ الوظيفيةَ الموضحةَ على الزجاجِ الناعمِ ذاتيِّ الإضاءةِ بكلِّ مكتبٍ تتألَّقُ كتماثيلَ ثلجيةٍ. وعلى عكسِ وكالةِ ناسا القديمةِ، يتَّسِم هذا المكانُ بغموضِه الذي ربما يزيدُ بعضَ الشيءِ عن اللازمِ. كُتب المسمَّى الوظيفيُّ لإحدى وحداتِ التحكمِ: «بطلُ فوياجر»، مشيرًا إلى الشخصِ الذي يتواصَلُ مع المركبةِ الفضائيةِ، كما لو كانَ طيارًا محاربًا. وتصطَفُّ شاشاتٌ مسطحةٌ عريضةٌ مائلةٌ على الحائطِ الأماميِّ العلويِّ للغرفةِ. تُوضِّحُ تلك الشاشاتُ محطة التعقُّبِ العالميةَ التي تتواصلُ في الوقتِ الراهنِ مع مركبةٍ بعينها في الفضاءِ، وفي أيِّ عالمٍ قَصِيٍّ. وكيفيةُ الحفاظِ على درجةِ حرارةِ الهواءِ في ذلكَ المكانِ باردةً كالمشرحةِ تجعلُ المرءَ يشعرُ بأنه لا بدَّ أن يوجدَ تحتَ الأرضِ في موقعٍ حكوميٍّ سريٍّ. ويُسهِمُ ذلك في منحِ المكانِ الطابعَ البطوليَّ لمخلوقاتٍ تقومُ بأشياءَ عظيمةٍ. لكنَّ أكثرَ ما يعكِسُ الطموحَ البشريَّ هو عداداتُ المسافةِ المتغيرةِ باستمرارٍ لمركباتِ «بيونير» و«فوياجر» التي تسجِّلُ المسافةَ التي تقطعُها تلك المركباتُ بالساعةِ الضوئيةِ بعدَ أكثرَ من 40 عامًا.

في مساءِ 15 سبتمبر من عام 2017، وقفَ ثمانيةُ علماءَ في غرفةِ العرضِ المُطلةِ على شبكةِ الفضاءِ السحيقِ. كان كلٌّ منهم يتأقلَمُ مع نهايةٍ وشيكةٍ عنيفةٍ لا يُمكِنُ الرجوعُ فيها لعلاقةٍ

هيمنتْ على مسيراتِهم المهنيةِ بالكامل. هل ازدادَ الأمرُ سوءًا بإصدارِهم الأمرَ بأنفسِهم للأفاتارِ الذي صَنَعُوه منذ زمنٍ طويلٍ، وهو مركبةُ كاسيني التابعةُ لناسا، ليرتكِبَ انتحارًا روبوتيًّا في عالمٍ قَصِيٍّ؟

لقد كانوا جميعًا شبابًا صغيرًا للغايةِ عندَ تصوُّرِ البعثةِ للمرةِ الأولى. وفي مطلعِ ثمانينياتِ القرنِ الماضي - بوصفِهم قادةَ البعثةِ - وقفُوا على المنبرِ، ونظروا نحوَ الكاميرا لعرضِ أهدافِهم من رحلةٍ روبوتيةٍ طموحٍ إلى المشتري وزحلَ. والآنَ، وبعد مرورِ عقودٍ من الزمانِ، يُمعنونَ النظرَ في زجاجٍ يُحيط بصالةِ الزائرينَ البارزينَ. ربما أدهشَتْهم صورُهم المنعكسةُ على الزجاجِ وتعجَّبوا مما فَعَلَه الزمنُ بهم. وربما نظروا عبرَ الزجاجِ إلى «بطلِ كاسيني» الجالسِ بالأسفلِ، والمكلَّفِ بتنفيذِ حكمِ الإعدامِ وهو مَن سيضغطُ بأمرِ القتلِ على لوحةِ مفاتيحَ عاديةٍ كتلكَ التي يستخدِمُها ممثلُ خطوطِ الطيرانِ في تسجيلِ صعودِكَ على متنِ الطائرةِ.

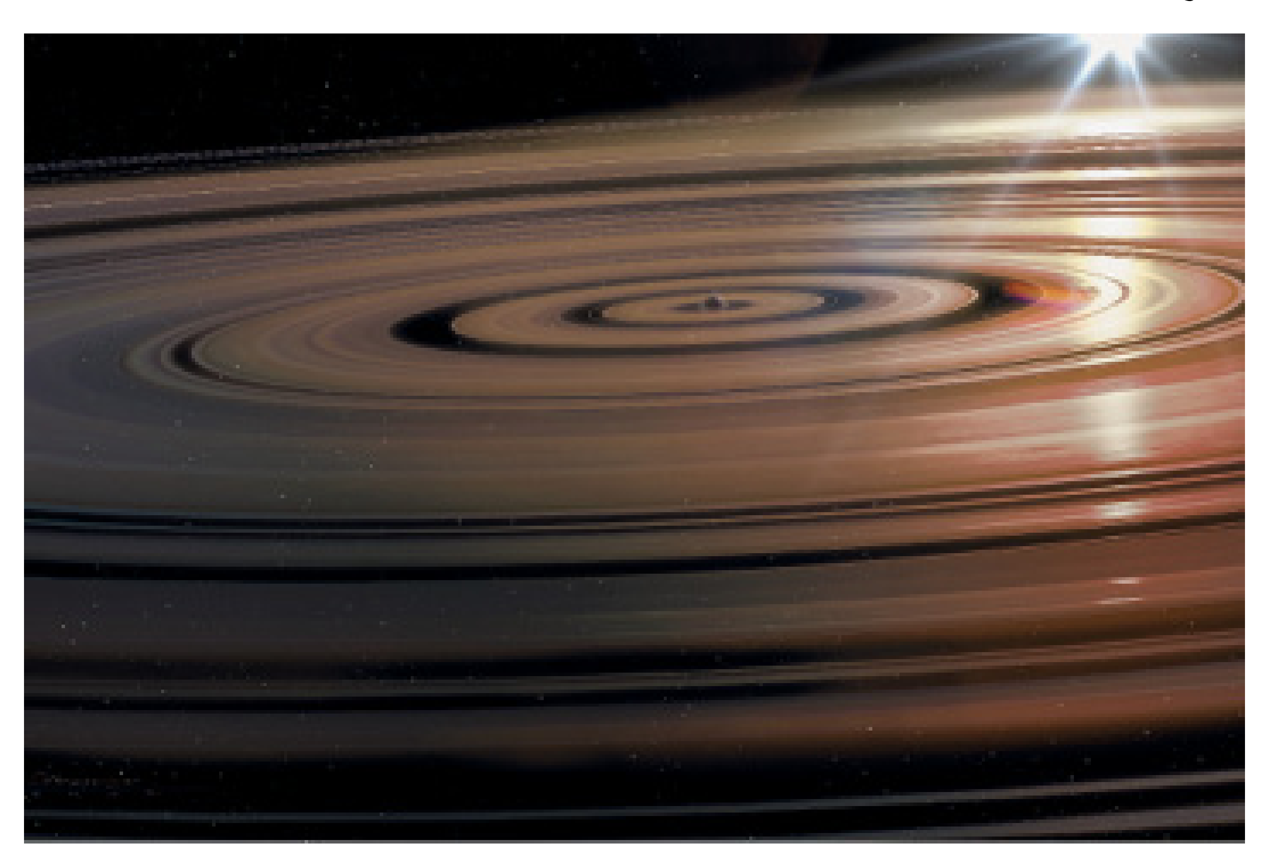


للجاذبيةِ العديدُ مِن الحيلِ، ويتمثَّلُ بعضٌ من أجملِ هذهِ الحيلِ في الحلقاتِ المحيطةِ بالعوالمِ. فنصفُ عددِ الكواكبِ في مجموعَتِنا الشمسيةِ محاطٌ بحلقاتٍ. لكن مِن بين الآلافِ مِن العوالمِ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ التي اكتشفناها منذُ عامِ 1995، لم نتمكَّنْ من ملاحظةِ أيِّ كوكبٍ محاطٍ بحلقاتٍ حتى عثَّرْنا على الكوكبِ «J 1407 b» في عام 2012. ويا لَهُ من كوكبٍ استثنائيٍّ!

تخيَّل عالَمًا أكبرَ مِن المشتري بعشرينَ مرةً محاطًا بنظامِ حلقاتٍ يمتدُّ لمسافةٍ تُساوي أكثرَ من نصفِ المسافةِ الفاصلةِ بينَ الأرضِ والشمسِ البالغةِ 93 مليون ميلٍ. هذا ما ينتظرُنا على بعدِ 420 سنةً ضوئيةً مِن الأرضِ في مدارٍ حولَ نجمٍ قَزَمٍ أصفرَ وليدٍ، نظامُ حلقاتٍ شاسعٌ لدرجةٍ تجعَلُ كوكبَهُ العملاقَ يبدو صغيرًا للغايةِ. لماذا لم نَعْثُرْ على المزيدِ مِن الكواكبِ المحاطةِ بحلقاتٍ في مجرتِنا؟ هل لأنَّ الحلقاتِ أمرٌ نادرُ الحدوثِ، أم أن الأساليبَ التي نستخدِمُها للعثورِ

على الكواكبِ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ ليست جيدةً بما فيه الكفايةُ لرؤيةِ أنظمةِ الحلقاتِ التي قد تُحِيطُ بتلكَ الكواكبِ؟

تتمثَّلُ إحدى طرقِ البحثِ عن تلك الحلقاتِ في النظرِ إلى نجمٍ ما باستخدامِ مطيافٍ ضوئيٍّ يُنتِجُ صورةً للإشاراتِ المخبأةِ في ضوءِ النجمِ. وعندما ننظُرُ إلى الكوكبِ «J1407b» نرى خطوطًا

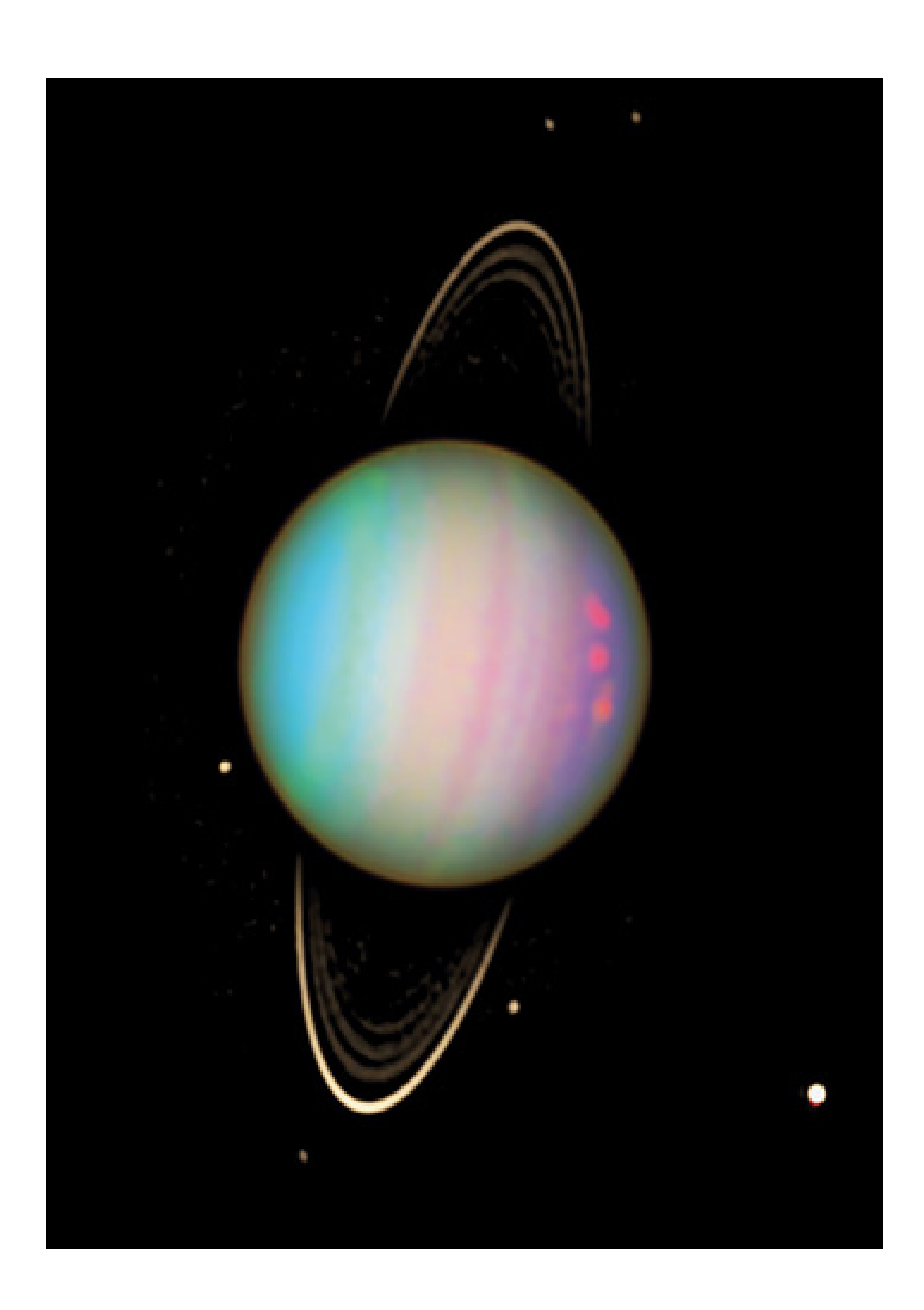


تصوُّرُ فنانٍ للكوكبِ «J1407b» خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ، وهو عالمٌ يَفُوقُ في حجمِهِ حجمَ المشتري عشرينَ مرةً على الأقلِّ، ويبدو صغيرًا بسببِ نظامِ حلقاتِهِ الذي يَمْتَدُّ 40 مليونَ ميلٍ في كلِّ الاتجاهاتِ حولَهُ.

رأسيةً رفيعةً مظلمةً تتحرَّكُ عبرَ الطيفِ للأمامِ والخلفِ بمقدارٍ صغيرٍ. وهذا نتيجةٌ لتأثيرِ جاذبيةِ هذا الكوكبِ الخارجيِّ على نجمِهِ.

كذلك، تُوجَدُ طريقةُ العبورِ، وهي أشبهُ بالمخطَّطِ الكهربائيِّ لما بين النجومِ. فيعرضُ رسمٌ بيانيٌّ سلسلةً مِن الومضاتِ على خلفيةٍ سوداءَ، وكذلك للنجمِ القزمِ الأصفرِ في الوقتِ نفسِهِ. ومع عبورِ الكوكبِ قرصَ النجمِ، تتوقَّفُ الومضاتُ الضوئيةُ؛ لأنَّ حلقاتِ الكوكبِ تَحْجُبُ ضوءَ النجمِ.

يُعَدُّ المنحنى الضوئيُّ مقياسًا لدرجاتِ السطوعِ المختلفةِ لجسمٍ بعيدٍ. وأكثرُ شيءٍ مثيرٍ للاهتمامِ في المنحنى الضوئيِّ القادمِ مِن كوكب «J1407b» هو ظلامُهُ. فيُخبرنا ذلكَ بأنَّ شيئًا ما غامضًا يمرُّ بيننا وبينَ النجمِ... شيئًا كبيرًا للغايةِ. فنظامُ حلقاتِ «J1407b» ضخمٌ لدرجةٍ جعلَتْه يحجُبُ نجمَهُ لأيامٍ؛ إذ تمتدُّ تلك الحلقاتُ لمسافةٍ مذهلةٍ تَبلُغُ 112 مليونَ ميلٍ. لكنْ على الرغمِ



أورانوس، الكوكبُ المائلُ على جانِبِه، بحلقاتِه الهزيلةِ وستةٍ من أقمارِه السبعةِ والعشرينَ المعروفةِ، مثلما أوضحَتْه صورةٌ بالأشعةِ تحتَ الحمراءِ من تليسكوب هابل الفضائيِّ.

من ضخامَتِها، فإنها رقيقةٌ على نحوٍ صادمٍ. فإذا كانَ نظامُ حلقاتِ «J1407b» بحجمِ طبقِ عشاءٍ، فسيكونُ أقلَّ سمكًا منه بمائةِ مرةٍ، أي في سمكِ شعرةٍ بشريةٍ. وهذا التناقضُ المدهشُ بينَ المساحةِ الشاسعةِ لنظامِ حلقاتِ هذا الكوكبِ وسمكِهِ الرقيقِ مذهلٌ تمامًا مثل نظامِ الحلقاتِ في مجموعتِنا الشمسيةِ. فأبعدُ حلقةٍ خارجيةٍ لكوكبِ نبتون رقيقةٌ لدرجةِ أننا ظَنَنَّا في البدايةِ أنها أجزاءٌ مِن حلقةٍ، وليستْ حلقةً كاملةً، وإنما مجموعةٌ من الأقواسِ. وظلَّ هذا الاعتقادُ قائمًا حتى كَشَفَتْ مركبةُ «فوياجر 2» التابعةُ لناسا أنَّ ما أطلقْنا عليه أقواسًا هو في الواقعِ تكتلاتٌ، أي الأجزاءُ الأكثرُ سمكًا لحلقةٍ كاملةٍ أقلَّ وضوحًا.

يملِكُ أورانوس حلقاتٍ أيضًا؛ والسؤالُ هنا: لماذا جَذَبَ أغربُ كوكبٍ في مجموعتِنا الشمسيةِ أقلَّ درجاتِ الاهتمامِ منا؟ فالمركبةُ «فوياجر 2» هي المركبةُ الفضائيةُ الوحيدةُ على الإطلاقِ التي أُرسِلت في بعثةٍ استكشافيةٍ إلى أورانوس، أحدِ الكوكبَيْن العملاقَيْن الجليدِيَّيْنِ اللذَيْنِ يدورانِ حولَ الشمسِ. ويبدو أورانوسُ كما لو كان مقلوبًا على جانِبِه، ويدورُ حولَ الشمسِ على نصلِ حلقاتِهِ. ويتوسَّطُ حلقاتِهِ غيرَ الواضحةِ البالغَ عددُها 13 حلقةً 27 قمرًا صغيرًا يدورُ حولَه. وفي أثناءِ فصولِ صيفِ أورانوس التي تمتدُّ 20 عامًا، لا تغربُ الشمسُ عنه أبدًا. وتمتدُّ فصولُ الشتاء على نحوٍ مماثلٍ لمدةِ 20 عامًا من الليلِ المتواصلِ. وعلى عكسِ الكواكبِ الغازيةِ الأخرى، نَجِدُ أنَّ أورانوس باردُ القلبِ؛ فهو لا يولِّدُ أيَّ حرارةٍ داخليةٍ.

أورانوس عالَمٌ عجيبٌ؛ فالحافَةُ الخارجيةُ لغِلافِهِ الجويِّ ساخنةٌ؛ إذ تزيدُ درجةُ حرارتِها على 500 درجةٍ فوقَ الصفرِ. وإذا تمكنَّا من اختراقِ هذا الغِلافِ، فسنجدُ أنَّ السحبَ تَصِيرُ أكثرَ سمكًا وزُرقةً وبرودةً. فسحبُ أورانوس هي الأبردُ على الإطلاقِ في المجموعةِ الشمسيةِ؛ إذ تبلغُ درجةُ حرارتِها نحوَ 400 درجةٍ تحتَ الصفرِ. ويتوقَّعُ العلماءُ أنَّ محيطَ أورانوس الداخليَّ

الشاسعَ قد يكونُ مكوَّنًا من الأمونيا أو الماءِ أو الماسِ السائلِ. فيمكنُ أن تمطرَ السماءُ ماسًا في ذلكَ العالَمِ.

ويدورُ أورانوسُ حولَ الشمسِ بزاويةِ 90 درجةً تقريبًا على مسطحِ مداراتِ بقيةِ الكواكبِ الأخرَى. ما الذي يُمكِنُ أن يكونَ قد حَدَثَ لأورانوس وجعلَهُ يميلُ على جانِبِهِ؟ إنَّ أفضلَ تخمينٍ لنا هو أنَّه قد مرَّ بحادثٍ ما مثلَ تعرضِهِ لضربتَيْنِ من جرمَيْنِ ضخمَيْنِ منفصلَيْنِ اصْطَدما به. وقبلَ أن يتمكَّنَ من استعادةِ توازنِهِ إثرَ الصدمةِ الأولى، لا بدَّ أنَّه قد تعرَّضَ لضربةِ الجِرمِ الثاني، وظلَّ يدورُ على جَانِبِهِ منذُ ذلكَ الحينِ.

يختلِفُ نظامُ حلقاتِ المشتري المكوَّنُ من أربعِ حلقاتٍ رئيسيةٍ اختلافًا كاملاً عن أنظمةِ حلقاتِ العوالِمِ الأخرَى التي تأمَّلْناها. فحلقاتُهُ حمراءُ في أغلبِها، فيما عدا الحلقةَ الداخليةَ الأعمقَ ذاتَ اللونِ الأزرقِ الفاتحِ، والأكثرُ سُمكًا من أيِّ حلقاتٍ أخرَى في مجموعتنا الشمسيةِ. وحلقاتُهُ الخارجيةُ شديدةُ الخفوتِ. فحلقاتُ المشتري رقيقةٌ لدرجةٍ حالَتْ دونَ أَنْ يراهَا أيُّ تليسكوب على الأرضِ. وقد اكتُشِفت عندما حلَّقت بجوارِها المركبةُ «فوياجر 1».



لقد أُنعِمَ على زحلَ بأجملِ أنظمةِ الحلقاتِ في مجموعتِنا الشمسيةِ وأكبرِها حجمًا وأكثرِها سطوعًا. وهو أبعدُ كوكبٍ يُمكن رؤيتُهُ بوضوحٍ بالعينِ المجردةِ، وخلَّف انطباعًا كبيرًا عند أسلافِنا. فَمَا كانتْ تَعْنِيه نقاطُ الضوءِ تلكَ لهم - وصولاً إلى البابليين ومَن سَبَقوهم - يشيرُ إلى كونِها جزءًا من إرثٍ بشريٍّ عظيمٍ ومهيبٍ. فيَستخدمُ الإنسانُ مخيلتَهُ لإسقاطِ معنى وتشاؤم ومخاوفَ على الأشياءِ التي لا يَسَعُه فهمُها. لكنَّنا نهتدِي سبيلَنا على مرِّ الدهورِ، وصارتِ الآنَ، بعدَ بضعةِ آلافٍ من السنينَ، غرفةُ شبكةِ الفضاءِ السحيقِ في مختبرِ الدفعِ النفَّاثِ بوكالةِ ناسا مليئةً بالبشرِ المأسورينَ بالكوكبِ نفسِهِ.

لقد كانَ الطريقُ - من عجزِنا الأرضيّ في فترةِ علمِ الفلكِ القديمِ إلى وجودِنا الحاليّ في سماواتِ زحلَ - عبارةً عن سلسلةٍ طويلةٍ مِن الأوقاتِ الخاليةِ من الأحداثِ المهمةِ انتهتْ بدفعةٍ قصيرةٍ مِن نشاطٍ محمومٍ. فما من أحداثٍ تُذكرُ حتى عامِ 1609م، الذي نَظَرَ فيه جاليليو عبرَ أولِ تليسكوب له واكتشفَ الكونَ. وفي العامِ التالي، أدارَ جاليليو تليسكوبَهُ الجديدَ ناحيةَ زحلَ، وتساءل: ما ذلكَ الشيءُ اللامعُ غيرُ المستقرِّ الذي أراه؟ فكانَ أولَ إنسانٍ على الإطلاقِ يرَى في زحلَ ما هوَ أكثرُ من نقطةِ ضوءٍ.

قامَ جاليليو بتخمينٍ خاطئٍ بشأنِ ما اعتقدَ أنه رآه؛ إذ ظنَّ أنَّ لزحلَ قمرينِ متناظرَيْنِ على كلا جانبَيْهِ. ولاحقًا، في عامِ 1612م، عندما نظرَ إلى زحلَ مجددًا، كانَ القمران قَدِ اختفيا. ويرجعُ ذلك إلى أن عالَمَيِ الأرضِ وزحلَ يتحركانِ، وكان قد تغيرَ موقعُ كلٍّ منهما بالنسبةِ إلى الآخرِ. فكانَ ما ينظرُ إليه **جاليليو**، دونَ أن يعلمَ، هو حلقاتِ زحلَ المائلةَ على جانِبِها. لقد كانتْ رقيقةً في سمكِها لدرجةٍ حالَتْ دون رؤيةِ تليسكوب جاليليو البدائيِّ لها. فيبلغُ عرضُ نظامِ حلقاتِ زحلَ 175 ألفَ ميلٍ، لكنَّ سُمْكَهُ يبلُغُ في المتوسطِ بضعَ مئاتٍ مِن الأقدامِ فقط. ثُمَّ بعدَ عامَيْن، أَلْقى جاليليو نظرةً ثالثةً على الكوكبِ. فَبَدا - في عامِ 1614 - أنَّ له طرفَيْنِ يشبهانِ المقبضَ. واعتقدَ جاليليو آنذاكَ أنَّ للكوكبِ ذراعَيْنِ.

بعدَ مرورِ 40 عامًا أخرى، نظرَ عالمُ الفلكِ الهولنديُّ كريستيان هويجنز إلى زحلَ بتليسكوبِهِ المتطورِ كثيرًا. وكانت رؤيتُه لزحلَ عامَ 1655م مشوشةً بدورِها، لكنها كَشَفَت بوضوحٍ عن عالمٍ بنظامِ حلقاتٍ. فكانَ أولَ مَن أَدْرَكَ أنَّ العوالمَ يمكِنُ أن تكونَ محاطةً بحلقاتٍ، وكانَ زحلُ أحدَها. واكتشفَ هويجنز كذلكَ أكبرَ أقمارِ زحلَ الذي سيُعرَفُ بعدَ مائتَيْ عامٍ باسمِ تيتان. وعندما زارَ الإنسانُ أخيرًا ذلكَ العالمَ، حملَتِ المركبةُ الفضائيةُ التابعةُ لوكالةِ الفضاءِ الأوروبيةِ اسمَ هويجنز.

في العلومِ، يُوجَدُ مَن هُم أمثالُ جاليليو ونيوتن وداروين وآينشتاين، وإن ندروا. ويُوجد نوعٌ آخرُ مِن العلماءِ العظماءِ، نوعٌ لا يرسُمُ صورةً جديدةً كليةً، وإنما أشخاصٌ مثلُ كريستيان هويجنز يقدِّمون إسهامًا كبيرًا بملئِهم ثغرةً أو ثغرتَين في لوحةِ الطبيعةِ الشاسعةِ. ومن أمثلةِ هؤلاءِ العلماءِ جيوفاني دومينيكو كاسيني الذي وُلِد في بدايةِ القرنِ السابعَ عشرَ في بلدةِ بيرينالدو التي تقعُ حاليًّا فيما يُعرَف بإيطاليا.

لم يبدأْ كاسيني حياتَه كعالمٍ، وإنما بدأَ مسيرتَهُ المهنيةَ بالعلمِ الزائفِ حيث عَمِلَ مُنَجِّمًا. والتنجيمُ هو مجموعةٌ من الأفكارِ القائمةِ على مفهومِ أنَّ العوالمَ لها خصالٌ شخصيةٌ بشريةٌ محددةٌ، وأنَّ تأثيرَ تلكَ العوالمِ القصيةِ -بناءً على موقعِها في وقتِ ميلادِك - سيُحَدِّدُ شخصيتَك ومصيرَك. إنه نوعٌ آخرُ من التحيُّزِ؛ أي القيامِ بافتراضاتٍ لا أساسَ لها بشأنِ شخصيةِ المرءِ بناءً على جانبٍ واحدٍ من كيانِهِ - الذي قد يكونُ تافهًا للغايةِ مثلَ كميةِ الميلانينِ في البشرةِ أو شكلِ الأنفِ أو الموقعِ الذي تَصادَفَ وجودُ الكواكبِ والكويكباتِ فيه عندَ الميلادِ التي تتحدَّدُ بناءً على توقعاتٍ بشريةٍ بشأنِ الكونِ لا أساسَ لها - دونَ تكبُّدِ عناءِ معرفةِ ذلكَ الشخصِ. وقد كانَ علمُ الفلكِ والتنجيمِ يُعدَّانِ أمرًا واحدًا، حتى حَدَثَت صحوةٌ هائلةٌ بشأنِ أوضاعِنا الحقيقيةِ في الكونِ.

في عام 1543 أثبَتَ نيكولاس كوبرنيكوس، الذي كان كاهنًا بولنديًّا، أنَّ الأرضَ ليستْ مركزَ المجموعةِ الشمسيةِ، على عكسِ الاعتقادِ الشائعِ. وإنما تدورُ الأرضُ والكواكبُ حولَ الشمسِ. وكانَ خفضُ رتبةِ الأرضِ من مركزِ المجموعةِ الشمسيةِ ضربةً قاسيةً للكبرياءِ البشريَّةِ، والأولى في سلسلةٍ طويلةٍ وَجَّهَهَا العلمُ لتلكَ الكبرياءِ. وبعد مرورِ أكثرَ مِن قرنٍ، كانَ بعضُ الناسِ لا يزالونَ غيرَ قادرينَ على تجاوزِ أثرِ تلكَ الضربةِ. وكانَ جيوفاني كاسيني أحدَ أولئكَ الناسِ. قَبِلَ كاسيني عرضَ عملٍ رائعًا، وهو تكليفٌ من لويس الرابعَ عَشَرَ، «المَلِكِ الشمسِ» الأسطوريِّ لفرنسا على الرغم من أن لويس كانَ يؤمنُ بأنَّ اللهَ منحَه سلطةً مطلقةً، فإنه أولُ حاكمٍ في أوروبا يُقِرُّ بالقوةِ العظيمةِ للعلمِ وقيمتِهِ المحتمَلَةِ في تحقيقِ الأمنِ الوطنيِّ.

فقام بتأسيسِ أولِ معهدٍ بحثيٍّ علميٍّ حكوميٍّ حديثٍ، وهو الأكاديميةُ الفرنسيةُ للعلومِ. وعندَ وصولِ كاسيني إلى بلاطِ الملك لويسَ، أخبره بأنه لَنْ يُطِيلَ البقاءَ في باريسَ؛ إذ سيُقِيمُ فيها لعامٍ أو عامَيْنِ على أقصَى تقديرٍ. لكنْ عندما وضعَ الملكُ مرصدَهُ الجديدَ تحتَ تصرفِ كاسيني، بدأَ كاسيني في فقدانِ كلِّ اهتمامِهِ بالعودةِ إلى وطنِهِ إيطاليا إلى الأبدِ. وعلى الرغمِ من أنَّهُ ليسَ من الشائعِ في العلومِ توارثُ المناصبِ، فإنَّ مَن أدارَ مرصدَ باريس على مدى السنواتِ المائةِ والخمسةِ والعشرينَ التاليةِ كانَ من عائلةِ كاسيني. وكافأَ كاسيني راعيَه بخريطةٍ للقمرِ ظلَّتْ أحدثَ ما توصَّلَ إليه العلمُ طوالَ قرنٍ. وموَّلَ الملكُ لويس بعثةً بحثيةً إلى أمريكا الجنوبيةِ للحصولِ على ملاحظاتٍ أكثرَ دقةً لخطوطِ الطولِ، والتي مثَّلت معلوماتٍ ملاحيةً ذاتَ قيمةٍ هائلةٍ لقباطنةِ أسطولِ الملكِ واسعِ الانتشارِ للتجارةِ والأراضي.

عُرِفت نِسَبُ المسافاتِ بين الكواكبِ، وليس المسافاتِ نفسَها، في عامِ 1672 عندما عزمَ كاسيني على حسابِ حجمِ المجموعةِ الشمسيةِ. وأنتجَتْ بعثاتُ الملكِ لويس قياساتٍ أكثرَ دقةً للمسافاتِ بين الأماكنِ على سطحِ الأرضِ. فتمكَّنَ كاسيني من استخدامِ معرفتِهِ حولَ المسافةِ الفاصلةِ الدقيقةِ بينَ نقطتَيْنِ على الأرضِ لإجراءِ حسابٍ هندسيٍّ تَوَصَّلَ من خلالِهِ إلى المسافةِ مِنَ الأرضِ إلى المريخِ. وإذا عُرِفت نِسَبُ المسافاتِ الفاصلةِ بينَ الكواكبِ، فبمجردِ معرفةِ المسافةِ إلى أَحَدِها، يمكنُ حينئذٍ حسابُ المسافاتِ بين كلٍّ منها. بهذهِ الطريقةِ،

اكتشفَ كاسيني الحجمَ الحقيقيَّ للمجموعةِ الشمسيةِ من منظورِ كوبرنيكوس الذي رَفَضَه في السابقِ. واكتشفَ كاسيني البقعةَ الحمراءَ العظيمةَ على كوكبِ المشترِي على نحوٍ مستقلٍّ عن روبرت هوك في إنجلترا، ولا يزالُ الاثنانِ يتشاركانِ الفضلَ في هذا الاكتشافِ حتى يومِنَا هذا.



صمَّمَ جيوفاني كاسيني هذه الخريطةَ للقمرِ التي نُشِرَتْ في عامِ 1679 ولم تَخْضَعْ للتحسينِ لأكثرَ مِن قرنٍ.

اكتشفَ كاسيني -باستخدامِ تليسكوباتِهِ المتزايدةِ القوةِ- طولَ اليومِ على المشترِي ووثَّقَ الأشرطةَ والبقعَ المميزةَ الموجودةَ على سطحِ ذلكَ الكوكبِ الغازيِّ العملاقِ. وواصلَ كاسيني عملَهُ ليحدِّدَ طولَ اليومِ على المريخِ. وأخطأَ في تقديرِهِ بثلاثِ دقائقَ فقط؛ إذ اكتُشِفَ أن اليومَ على المريخِ يزيدُ عن اليومِ على الأرضِ بحوالَيْ ساعةٍ واحدةٍ.

وعندما عادَ كاسيني إلى ملاحظاتِهِ للمشتري، كان قابَ قوسَين أو أَدْنى ممَّا كان سيُعَدُّ أعظمَ اكتشافاتِهِ. لكنَّ شخصيةَ وطبيعةَ كاسيني المحافِظةَ مَنَعَتْه من اتباعِ الأدلةِ إلى حيثُ مِن المفترضِ أن تَقُودَهُ.

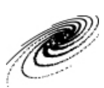
حيَّرَت كاسيني مشكلةٌ متكررةُ الحدوثِ، وهي أنَّ حالاتِ خسوفِ أقمارِ المشتري لم تبدأْ في الوقتِ المتوقعِ لها؛ فاختلفَ توقيتُ حدوثِها من ملاحظةٍ إلى أخرى. فهل كانَ السببُ هو التغيراتِ في المسافةِ مِن الأرضِ إلى المشتري، نظرًا لاتباعِ العالَمَيْنِ مدارَيْهما المستقِلَّيْنِ حولَ الشمسِ؟ افترضَ العلماءُ آنذاك أنَّ سرعةَ الضوءِ لا متناهيةٌ. لكن لو كانَ ذلكَ صحيحًا، فإنَّ المسافةَ المتباينةَ بين الكوكبَيْنِ ما كانتْ لتؤثِّرَ على توقيتِ حالاتِ خسوفِ أقمارِ المشتري. هل يُمكِنُ أن تكونَ سرعةُ الضوءِ متناهيةً؟ هذا محالٌ. فكلُّ الخبراءِ اعتقدُوا أنَّ الضوءَ ينتقِلُ بسرعةٍ لا نهائيةٍ، ولا يمكنُ أن يكونوا مخطئينَ. كانتِ الفكرةُ جنونيةً في نظرِ كاسيني، وثوريةً أكثرَ مِن اللازمِ؛ فنبَذَها نبذًا قاطعًا. لو كان قد وَثِقَ في الأدلةِ التي توافرتْ لديه، بدلاً من الرأيِ العلميِّ السائدِ، لكانَ قَدْ مَنَحَنا مقياسَ الكونِ الذي ما زِلنا نستخدِمُه بعد مرورِ 350 عامًا. إلا أن **كاسيني** رفضَ الفكرةَ لكونِها فقط شديدةَ الغرابةِ.

بعدَ عدةِ سنواتٍ مِن ذلكَ الافتراضِ، قامَ عالمُ فلكٍ دانماركـيٌّ يُدعَى أولي رومر - كانَ مساعدَ كاسيني في مرصدِ باريس - بملاحظاتِهِ الخاصةِ لحالاتِ خسوفِ بعضٍ مِن أقمارِ المشتري، ووجد التفاوتاتِ نفسَها في البياناتِ التي سَبَق أن تجاهلَها كاسيني. لكنَّ رومر أقرَّ بها كما هي بوصفِها أدلةً على سرعةِ الضوءِ المحدودةِ.

لكن ثمةَ وقتٌ أظهرَ فيه كاسيني إخلاصًا يُحتذى به للبياناتِ. وكان لديه الاستعدادُ للمخاطرةِ بإغضابِ الملكِ لويس، الذي كان يَحظى بالسلطةِ المطلقةِ لعقابِ أو إعدامِ أيِّ شخصٍ. فقدْ طلَبَ الملكُ من كاسيني حسابَ مساحةِ مملكتِهِ بدقةٍ. لم يكنْ أحدٌ قد حاولَ من قبلُ قطُّ رسمَ خريطةٍ

دقيقةٍ للمملكةِ، ناهيكَ عن خريطةٍ طوبوجرافيةٍ تُوَضِّحُ كلَّ الجبالِ والأنهارِ والأوديةِ في فرنسا أو أيِّ دولةٍ أخرى. تولَّى كاسيني المهمةَ، لكنَّه اكتشفَ نتائجَ ما كانَتْ لتُرضِيَ الملكَ.

ومع ذلكَ، ظهَرَ كاسيني في بلاطِ الملكِ لويس وقالَ له: «لَدَيَّ خبرٌ مُحبِطٌ بعضَ الشيءِ لجلالتِكَ. ظنَّ جميعُنا أنَّ فرنسا أكبرُ بكثيرٍ مما كشفتْ عنه دراساتُنا. أخشَى، يا جلالةَ الملكِ أنَّ مملكتَكَ أصغرُ بكثيرٍ مما اعتُقِد مِن قبلُ». ارتسمتِ الجديةُ على وجهِ الملكِ، وارتعدتْ فرائصُ حاشيتِهِ. لكنَّ لويس فاجأَ الجميعَ بحسِّ فكاهتِهِ عندما ضَحِك ووبَّخَ كاسيني لسلبِهِ مِن الأراضي ما يفوقُ ما سَلَبَه كلُّ جيوشِ أعدائِهِ مجتمعينَ!



لماذا حملتْ مركبةٌ فضائيةٌ في القرنِ الحادي والعشرينَ اسمَ جيوفاني كاسيني؟ لأنَّه أولُ شخصٍ يَعرِفُ الطبيعةَ الحقيقيةَ لحلقاتِ زحلَ، وأنها ليستْ صلبةً، وإنما مكونةٌ مِن عددٍ لا يُحصَى مِن الأقمارِ التي تَدُورُ حولَ كوكبِ زحلَ، ولاحَظَ وجودَ فاصلٍ بين الحلقاتِ، وهو الفاصلُ الذي يحمِلُ اسمَهُ حاليًّا.

لكنْ كيفَ يُمكن الوصولُ إلى هناكَ؟

يرجعُ أصلُ إرسالِ مركبةِ فضاءٍ إلى الكواكبِ الخارجيةِ إلى تساؤلاتٍ وأبحاثٍ مِن عددٍ لا يُحصَى مِن العقولِ، بعضُهم شهيرٌ ومعظمُهم ليس كذلكَ. لكن الشخصَ الوحيدَ الذي يتحمَّلُ المسئوليةَ الكبرَى عن استكشافِ المجموعةِ الشمسيةِ مجهولٌ بحقٍّ.

كانتْ مركبةُ الفضاءِ كاسيني، التي بَلَغَ وزنُها أكثرَ مِن 12 ألفَ رطلٍ عندَ إطلاقِها بحجمِ حافلةٍ، لتكونَ بذلكَ أكبرَ مركبةِ فضاءٍ أطلقَتْها ناسا على الإطلاقِ. وتضمَّن ذلك الوزنُ 70 رطلاً من وقودِ البلوتونيوم- 238، وهو القدرُ الكافي ليَمُدَّ المركبةَ بالطاقةِ لمدةٍ تزيدُ على 20 عامًا. لكنَّ ذلك لم يكن ما حَرَّكَ الرحلةَ الملحميةَ لتلك المركبةِ، فقَدِ امتطتْ قوسَ قزحِ الجاذبيةِ وصولاً

إلى الجزءِ الخارجيّ من المجموعةِ الشمسيةِ، وتعودُ جذورُ هذا الإنجازِ البشريِّ إلى فترةٍ أقدمَ مما قَدْ نعتقدُهُ؛ بعضُها مدفونٌ بعمقٍ في مقبرةِ الأملِ المفقودِ. لكنَّ الأحلامَ تُبعَثُ مِن الموتِ بصورةٍ ما. فالبعثاتُ الملحميةُ للعصرِ الذهبيِّ الأولِ لاستكشافِ الفضاءِ، وربما البعثاتُ التي تَلَتْها، صارتْ ممكنةً بفضلِ رجلٍ يَنسى الناسُ كِلاَ اسمَيْهِ، الحقيقيِّ والزائفِ.

ولِد ألكسندر شارجي في عام 1897 في بولتافا بأوكرانيا التي كانتْ آنذاك جزءًا من الإمبراطوريةِ الروسيةِ. كانت أُمُّهُ ذات شخصيةٍ مثيرةٍ للمتاعبِ، فقد شاركتْ في المظاهراتِ السياسيةِ ضدَّ قياصرةِ روسيا. وعندما كانَ ألكسندر في الخامسةِ من عمرِهِ، ألقَتْ شرطةُ القيصرِ القبضَ على أمِّهِ وسجنَتْها في مستشفًى للأمراضِ العقليةِ. وعندَما بقيَ الفتَى الصغيرُ مع والدِه في كوخٍ متهالِكٍ، قرأ في كتبِ الفيزياءِ والرياضياتِ الدراسيةِ الخاصةِ بوالدِهِ. وحينَ بَلَغَ ألكسندر الثالثةَ عشرةَ من عمرِهِ، فَقَدَ والدَهُ أيضًا. وعاشَ مع جدتِهِ، ورغمَ المشقةِ الهائلةِ التي وَاجَهَهَا، فقد تمكَّنَ من الالتحاقِ بمدرسةٍ ثانويةٍ مرموقةٍ. وعندَ تخرجِهِ، حَظِيَ بقبولِ التحاقِهِ بأفضلِ معهدٍ هندسيٍّ في أوكرانيا. لكنْ بعدَ شهرَيْنِ فقط من وصولِهِ المعهدَ في عامِ 1914، جُنِّدَ في جيشِ القيصرِ ليقاتِلَ في الحربِ العالميةِ الأولى. وهناك، على جبهةِ القتالِ في القوقازِ في عامِ 1914 وَسْطَ نيرانِ المدفعيةِ التي لا تتوقَّفُ، في خندقٍ مليءٍ بالفضلاتِ والجثثِ والجرذانِ، نَظَرَ شارجي ابنُ السبعةَ عَشَرَ عامًا إلى أعلى نحوَ القمرِ واكتشفَ طريقةَ الوصولِ إلى هُناك.

فالأحلامُ خرائطُ؛ وفي جحيمِ الحربِ على الجبهةِ، تصوَّرَ شارجي استراتيجيةً علميةً لبلوغِ القمرِ واستكشافِهِ، فقد تخيَّلَ كيفَ يُمكن إطلاقُ صاروخٍ مِن الأرضِ ليدورَ حولَ القمرِ. وعندَ وصولِهِ، يظلُّ أحدُ المستكشفينَ في المركبةِ المداريةِ ثُمَّ تُنزلُ مركبةُ إنزالٍ تحمِلُ اثنَين من المستكشفينَ البشرِ. وتُواصِلُ المركبةُ المداريةُ دورانَهَا حولَ القمرِ، بينما ينزلُ المستكشفانِ الموجودانِ في مركبةِ الإنزالِ على سطحِ القمرِ. وبعدَ انتهائِهِما مِن الاستكشافِ، تغادرُ مركبةُ الإنزالِ القمرَ لتلتقِيَ بالمركبةِ المداريةِ التي تتوجَّهُ عندئذٍ إلى الأرضِ. هل يبدو ذلكَ مألوفًا؟

وبعدَ أن انتهتِ الحربُ العالميةُ الأولى، استمرَّ جحيمُ شارجي؛ فقد أُجبِرَ على خوضِ حقولِ الألغامِ السياسيةِ الغادرةِ لروسيا الثوريةِ. وكانت براعتُه في اكتشافِ طريقةِ الوصولِ إلى القمرِ أكبر من خوضِ مجالِ السياسةِ. لقد جرَى الاعتقادُ أنَّ الأشخاصَ أمثالَ شارجي - الذين انضمُّوا إلى الجيشِ الأبيضِ للثورةِ المضادةِ - «أعداءٌ للشعبِ». فانتقلَ مِن مكانٍ لآخرَ بحثًا عن عملٍ يوميٍّ، لكنَّ طلبَهُ كانَ يُقابَلُ بالرفضِ بمجردِ تقديمِهِ لأوراقِهِ. لم يتمكَّنْ شارجي مِن إيجادِ السلامِ في الاتحادِ السوفيتيِّ، فحاولَ في عامِ 1918 الهروبَ إلى بولندا. وكانَ هزيلاً ومريضًا، وهو ما جعَلَ حرسَ الحدودِ الذين قَبَضُوا عليه يَرَوْنَ أنه أوشكَ على الموتِ، ولا ينبغي عليهم القبضُ عليه، ولذلك سُمِحَ لشارجي النحيلِ بالابتعادِ مترنحًا.

بصورةٍ ما، شَقَّ شارجي طريقَهُ عائدًا إلى الكوخِ المتواضعِ الذي قَضَى فيه طفولَتَه في بولتافا. وهناكَ اعتنَتْ به جارةٌ له لديْهَا ابنةٌ صغيرةٌ حتى استعادَ عافيتَهُ. ولا أحدَ يعلَمُ أينَ قضَى الأعوامَ الثلاثةَ التاليةَ من حياتِهِ؛ فقَدِ اختفَى، وعندما ظَهَر أخيرًا، لم يكنْ ألكسندر شارجي؛ فرغبتُهُ المستميتةُ في أن يُترَك وشأنهُ جعلتْهُ ينتحلُ اسمَ وأوراقَ رجلٍ ميتٍ ليس له تاريخٌ يُجَرِّمُهُ من الثورةِ المضادةِ، فتحوَّل شارجي إلى يوري كوندراتيوك نفسِه، مؤلِّفِ كتابِ The Conquest of Interplanetary Space «غزوُ الفضاءِ بينَ الكواكبِ»، وهو الكتابُ الذي ألَّفَه سابقًا في أثناءِ الحربِ العالميةِ الأولى. وعندما لم يَهْتَمَّ أيُّ ناشرٍ بنشرِ الكتابِ اضطرَّ كوندراتيوك إلى طباعتِهِ على نفقتِهِ الشخصيةِ. كان ذلك الكتابُ خطابَ كوندراتيوك إلى مستقبلٍ لم يستطِعْ أحدٌ غيرُهُ رؤيتَهُ. فكتبَهُ إلى «أيِّ شخصٍ سيقرأُ هذا العملَ لكي يبنيَ صاروخًا لرحلاتِ ما بين الكواكبِ».

يشعرُ القارئُ عندَ قراءةِ ذلكَ الكتابِ بثقةِ كوندراتيوك في المستقبلِ، وهو الأمرُ المثيرُ للإعجابِ بصورةٍ كبيرةٍ نظرًا لظروفِ ذلكَ الرجلِ البائسةِ، وصوتُهُ في الكتابِ هو فعلٌ يدلُّ على

الإيمانِ بالعلمِ، فيتواصَلُ بكلماتِهِ مع غريبٍ محظوظٍ يعيشُ في عصرٍ أفضلَ تربطُهُ به طموحاتٌ مشتركةٌ تَصِل الأجيالَ بعضَها ببعضٍ، وتتمثَّلُ في الرغبةِ في معرفةِ الكونِ.

كانتِ الكلماتُ الافتتاحيةُ في الكتابِ مُناشدةً لتجاوزِ الإحباطِ. فكتب كوندراتيوك: «باديَ ذي بدءٍ، فيما يتعلَّقُ بمسألةِ البحثِ، لا تَدَعِ الأمرَ يُخيفك ... وعندَ التحدثِ عن احتمالاتِ تطبيقِ السفرِ إلى الفضاءِ، تذكَّرْ فقط أنه ما مِن شيءٍ مستبعَدٍ من الناحيةِ النظريةِ بشأنِ انطلاقِ صاروخٍ إلى الفضاءِ».

دعَّمَ كوندراتيوك هذه العباراتِ الْمُطَمْئِنةَ بطريقةٍ عمليةٍ للسفرِ إلى القمرِ. لكنَّ ثمةَ شيئًا آخرَ في المخطوطةِ ذا أهميةٍ أكبرَ؛ فقدْ ذكرَ كوندراتيوك وسيلةَ الانتقالِ مِن عالمٍ لآخرَ ومن نجمٍ لآخرَ، ألا وهي مساعدةُ الجاذبيةِ. فيمكنُ للمركباتِ الفضائيةِ استخدامُ جاذبيةِ كوكبٍ أو قمرٍ ما للحصولِ على الضغطِ الْمُعَزِّزِ عندَ تأرجُحِها بجوارِه.

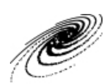
كتبَ كوندراتيوك هذه الكلماتِ قبلَ أربعين عامًا من اختبارِ الفكرةِ لأولِ مرةٍ في «لونا 3» عام 1959، وهي المركبةُ الفضائيةُ السوفيتيةُ التي استُخدِمت لتصويرِ الجانبِ القصيِّ من قمرِ الأرضِ، الذي لا نراه قطُّ بسببِ خضوعِهِ للتقييدِ المدِّيِّ الذي يُبعِدُ ذلك الوجهَ عنا. وقد استَخدمَتْ كلُّ مركباتِ رحلاتِ ما بين الكواكبِ التي أرسلتَهْا ناسا منذُ مركبةِ «مارينر 10»، التي أُطلِقت عام 1973، مساعدة الجاذبيةِ التي أشارَ إليها كوندراتيوك. واستعانَتْ مركباتُ «فوياجر» بجاذبيةِ المشترِي الهائلةِ لتُقذَفَ إلى خارجِ المجموعةِ الشمسيةِ، إلى الفضاءِ السحيقِ بين النجومِ.

في أواخرِ عشرينياتِ القرنِ المَاضي، كُلِّف كوندراتيوك من الاتحادِ السوفيتيِّ بتصميمِ رافعةِ حبوبٍ. كان ذلكَ في فترةٍ عانى فيها الاتحادُ السوفيتيُّ من نقصٍ في المعادنِ، ومن ثَمَّ كانَ التحدي الذي وَاجَهَهُ كوندراتيوك هو تصميمَ أكبرِ رافعةِ حبوبٍ ممكنةٍ دونَ استخدامِ أكثرَ من مسمارٍ واحدٍ. فكانتِ النتيجةُ تشييدَ كوندراتيوك رافعةً كبيرةً لدرجةٍ أدَّت إلى إطلاقِ اسمِ «ماستودون» (وهو حيوانٌ منقرضٌ ضخمٌ) عَلَيها. لكنْ عند الانتهاءِ من العملِ عليها، ألقتِ

الشرطةُ السريةُ القبضَ على كوندراتيوك بتهمةِ التخريبِ من أجلِ تحقيقِ ذلك الإنجازِ المستحيلِ. ومَن غيرُ عدوّ للدولةِ يُقدِمُ على فعلٍ متهورٍ مثلَ بناءِ رافعةِ حبوبٍ عملاقةٍ باستخدامِ مسمارٍ واحدٍ؟! كان ذلك هو المنطقَ الذي سادَ الاتحادَ السوفييتيَّ في ظلِّ حكمِ ستالين. ولم يشكِّلْ عملُ الرافعةِ لمدةِ 60 عامًا أخرى حتى احتراقِها فارقًا فيما يتعلَّقُ بمصيرِ كوندراتيوك.

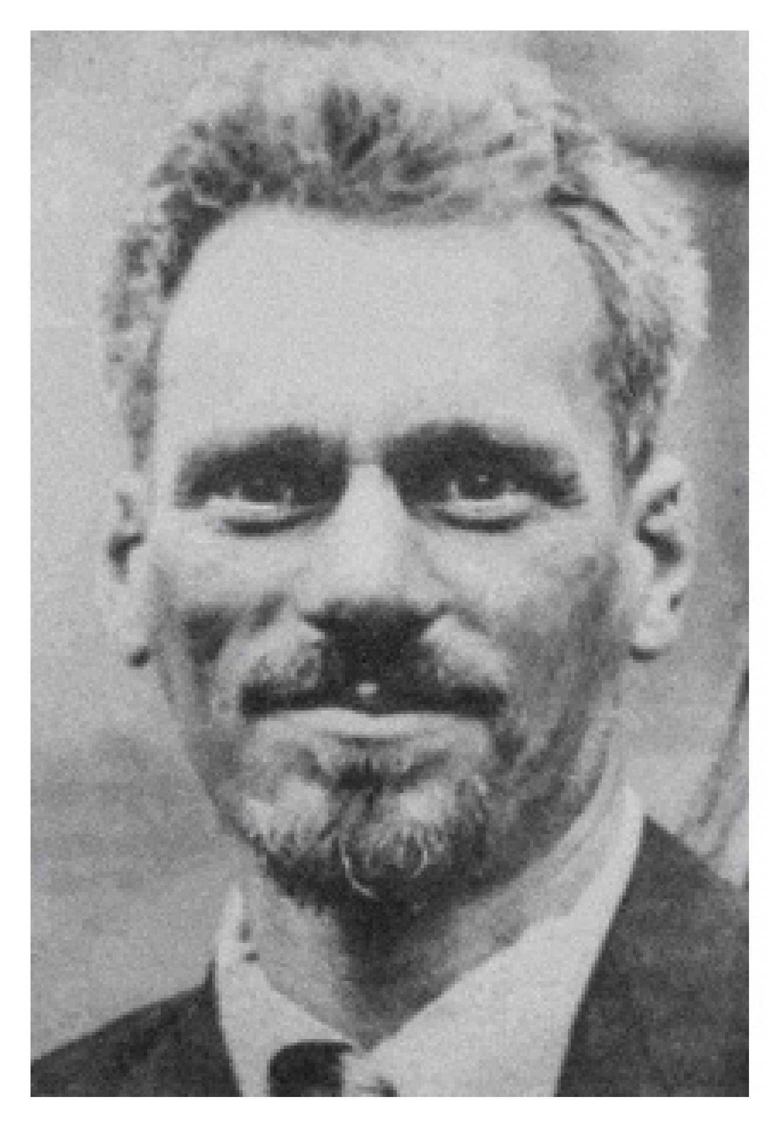
حُكِم على كوندراتيوك، الذي كان آنذاكَ في مطلعِ العقد الرابع من عمرِهِ، بالسجنِ ثلاثَ سنواتٍ في معسكرِ عملٍ قسريٍّ خاصٍّ. كان ذلك المعسكرُ نوعًا جديدًا من السجون يُطلَق عليه اسمُ «شاراشكا» ويقتصرُ حصريًّا على العلماءِ والمهندسينَ حَيْثُ عَمِلوا فيه على أكثرِ مشروعاتِ الدولةِ طموحًا. كُلف كوندراتيوك في ذلكَ السجنِ بمشروعٍ لطاقةِ الرياحِ، لكنَّهُ أطلقَ آنذاكَ في خيالِهِ مركبةً فضائيةً إلى الكواكبِ والأقمارِ. والتَقَى سيرجي كوروليوف الذي حَلَمَ أيضًا بمغادرةِ الأرضِ لاستكشافِ الكونِ. أصبحَ **كوروليوف** في وقتٍ لاحقٍ كبيرَ مُهَندسي برنامجِ الصواريخِ السوفيتيِّ. أدركَ كوروليوف عبقريةَ كوندراتيوك وأرادَ إلحاقَهُ ببرنامجِ الصواريخِ الذي طمَح في قيادتِهِ يومًا ما، لكن كوندراتيوك ارتعَبَ مِن أنَّ أيَّ تغييرٍ في وضعِهِ قد يُسفرُ عن التعرضِ لفحصٍ أدقَّ من الشرطةِ السريةِ. وخَشِيَ مما قد يَلْحَقُ به إذا تم الكشفُ عن هويتِهِ الحقيقيةِ، فرفضَ عرضَ كوروليوف.

عندما هاجمَتْ ألمانيا روسيا في الحربِ العالميةِ الثانيةِ، تطوَّعَ كوندراتيوك في الخدمةِ العسكريةِ على الجبهةِ، حيثُ قادَ وحدةَ اتصالاتٍ. وظل مصيرُهُ غيرُ معروفٍ لكن يُعتقَدُ أنه اختفَى بينَ نيرانِ وأدخنةِ معركةٍ شرسةٍ على خطِّ الدفاعِ عندَ نهرِ أوكا في إحدَى لَيَالي شهرِ فبراير من عام 1942. وكان ألكسندر شارجي - الذي عُرِفَ باسمِ يوري كوندراتيوك - في الرابعةِ والأربعينَ من عمرِهِ. وكانتْ تلكَ نهايةَ قصتِهِ، لكنها ليستْ نهايةَ حلمِهِ.



تصوَّر يوري كوندراتيوك، الذي وُلِد باسمِ ألكسندر شارجي في عامِ 1897، بعثةَ ذهابٍ وإيابٍ سليمةً علميًّا إلى القمرِ في أثناء

الحربِ العالميةِ الأولى، والتي نَفَّذَها بنجاحٍ برنامجُ أبولو بوكالةِ



ناسا بعد 50 عامًا. وكان كوندراتيوك أولَ مَن تصوَّر مساعدة الجاذبيةِ كوسيلةٍ للسفرِ إلى الفضاءِ السحيق. وتُوفي دونَ أن يعلمَ مدى أهميةِ إسهاماتِهِ في عصرِ الفضاءِ.

بعد عقودٍ، في عامِ 1961، كانَ مهندسٌ وسيمٌ ذو قصةِ شعرٍ قصيرةٍ مِن مواليدِ ولايةِ آيوا يُدعَى جون كورنيليوس هوبولت - يسهرُ الليلَ منكبًّا على العملِ في مركزِ لانجلي البحثيِّ في فرجينيا. كان يحيِّرُه تحدٍّ يبدو من المستحيلِ التغلبُ عليه؛ ففي الأيامِ الأولَى في برنامجِ أبولو، واجَهَ العلماءُ والمهندسونَ صعوبةً كبيرةً في اكتشافِ كيفَ يُمكن لصاروخٍ مغادرةُ الأرضِ

والهبوطُ مباشرةً على القمرِ. فيتطلَّبُ الأمرُ صاروخًا قويًّا كبيرًا للهروبِ من جاذبيةِ الأرضِ وبلوغِ القمرِ. وكانَ السؤالُ: كيفَ يُمكِنُ الهبوطُ بمثلِ هذا الشيءِ على سطحِ القمرِ دونَ تحطيمِهِ؟ هذا فضلاً عن أنَّ ضمانَ إقلاعِ الصاروخِ مرةً أخرى وعودتَه مع طاقمِهِ بسلامةٍ إلى الأرضِ كانَ أمرًا بعيدَ الاحتمالِ. بدا هذا النهجُ - الذي يُعرَف بالصعودِ المباشرِ - غيرَ قابلٍ للتنفيذِ لجون هوبولت وزملائِهِ.

تُشير إحدَى الرواياتِ إلى أنه بينما كانتْ أكوابُ القهوةِ متناثرةً في كلِّ مكانٍ وسلةُ المهملاتِ ممتلئةً عن آخرِها في مكتبِ هوبولت، طرقَ عالمانِ أوروبيانِ بابَ مكتبِ هوبولت. وكانَ أحدُهما يحمِلُ مخطوطةً مهترئةً مكتوبةً بخطِّ اليدِ، وهي ترجمةٌ إنجليزيةٌ لكتابِ كوندراتيوك الذي يَبْلغُ من العمرِ 40 عامًا. فقد أَبْقى هذانِ الرجلانِ حلمَ كوندراتيوك حيًّا.

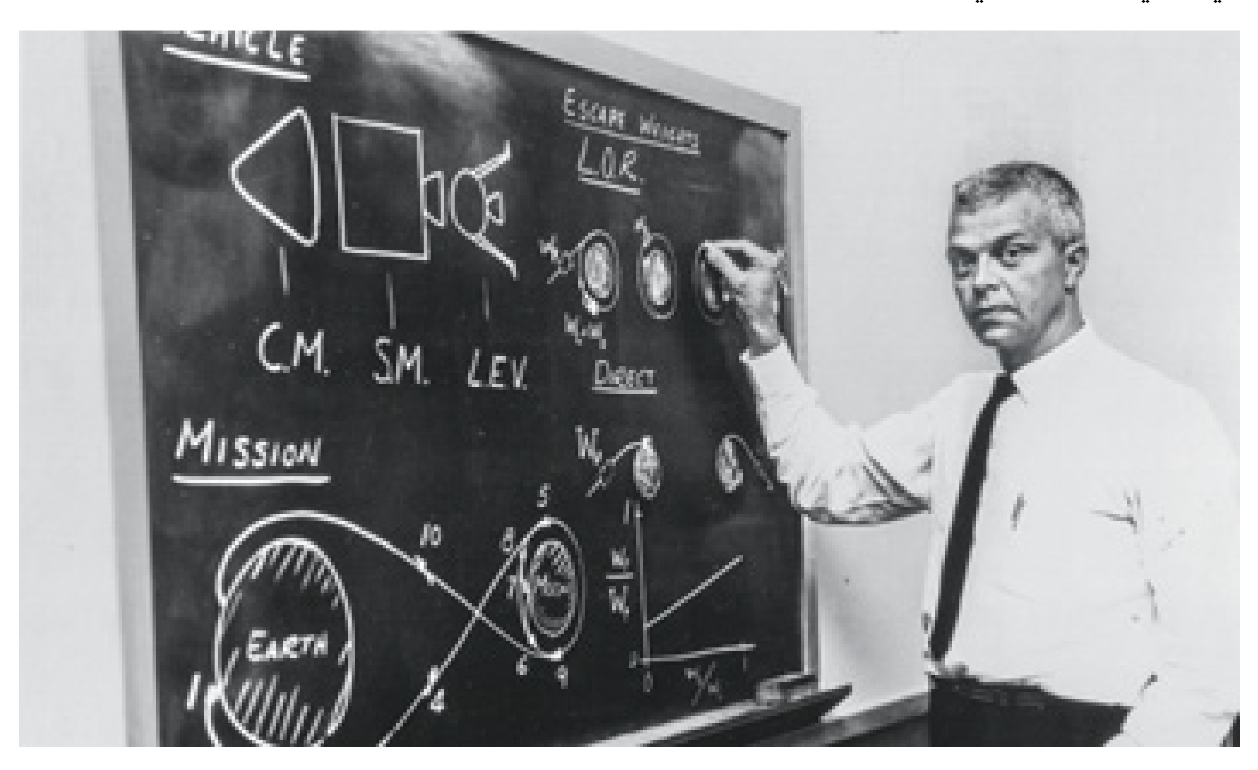
تُوجد رواياتٌ أخرى لما حَدَثَ، إحدَاها الروايةُ الرسميةُ لناسا التي تذكرُ أنَّ الوكالةَ لم تحصُلْ على نسخةٍ من عملِ كوندراتيوك ولم تترجِمْه حتى عام 1964. أُكِنُّ احترامًا هائلاً لوكالةِ ناسا، لكنْ لا يَسَعُني إلا التساؤلُ بشأنِ صحةِ تلكَ الروايةِ الرسميةِ. لقد كنتُ في الثانيةَ عَشْرَةَ من عُمْري في عامِ 1961 ويمكنُني تذكرُ الحربِ الباردةِ المحمومةِ والاستعدادِ لتدميرِ كلِّ شيءٍ في سبيلِ ذلكَ التنافسِ. فهل يُمكننا حقًّا تخيلُ ناسا أو أيِّ وكالةٍ أخرى أمريكية أو سوفيتيةٍ تَنْسُبُ الفضلَ لمواطنٍ مِن الجانبِ الآخرِ - حتى بعدَ موتِهِ بزمنٍ طويلٍ - في جعلِ أعظمِ انتصاراتِها ممكنةً؟

سواءٌ عن قصدٍ أو من قبيلِ المصادفةِ، اتبعتْ بعثةُ «أبولو 11» خطةَ كوندراتيوك لتحقيقِ ما لا يزالُ أعظمَ إنجازٍ أسطوريٍّ في تاريخِ البشريةِ. ولا يقتصِرُ ذلكَ على الهبوطِ على القمرِ والعودةِ بنجاحٍ إلى الأرضِ. فلا خلافَ على اكتشافِ كوندراتيوك لمساعدةِ الجاذبيةِ؛ إذ إنه أولُ مَن حلَم بأننا سنتأرجَحُ بينَ العوالمِ المختلفةِ. لذا، إلى حدٍّ ما، يعودُ الفضلُ في جميعِ اكتشافاتِ عصرِ الفضاءِ مُنذ عام 1973 إلى كوندراتيوك. ولا يُستثنَى من ذلكَ بعثةُ كاسيني، فاستخدمتِ

المركبةُ الفضائيةُ في هذه البعثةِ الاندفاعَ بالجاذبيةِ من ثلاثةِ عوالمَ للوصولِ إلى زحلَ، وهي الزهرةُ والأرضُ والمشترِي.



إلى جانبِ الأرضِ، يُعَدُّ زحل - ذلكَ الكوكبُ ذو المظهرِ البديعِ - أكثرَ عالمٍ محبوبٍ في المجموعةِ الشمسيةِ. إنَّ حلقاتِه المهيبةَ - التي يمكنُ رؤيتُها من الأرضِ باستخدامِ تليسكوب هواةٍ بدائيٍّ- هي التي تجعَلُ ذلكَ الكوكبَ مرادفًا للسفرِ عبرَ الفضاءِ والمستقبلِ. أنظُرُ إلى السماءِ أحيانًا في ليالي الصيفِ التي اكتمَلَ فيها القمرُ بدرًا، وأتساءَلُ عما كانَ سيبدُو عليه الأمرُ إذا



استندَ جون هوبولت - مهندسٌ في وكالةِ ناسا - إلى أفكارِ كوندراتيوك ووضَعَ خطةً للوصولِ إلى مدارِ القمرِ، على سبورةٍ سوداءَ، وهي الخطةُ التي لَعِبَت دورًا محوريًّا في السفرِ إلى القمرِ.

كانَ لكوكبِنا حلقاتٌ. ما الظلالُ العجيبةُ التي كانَتْ ستُلْقِي بها على الأحباءِ الجالسينَ على مقاعدِ المتنزهاتِ في عالَمِنا؟ هل كنا سنتمكنُ منْ رؤيةِ الجلاميدِ الجليديةِ الفرديةِ التي تتدحرجُ

دَاخِلَها؟

لماذا تملِكُ بعضُ العوالمِ حلقاتٍ، بينما لا تملِكُها أخرَى؟ لماذا لا يملكُها عالَمُنا أو المريخُ؟ لا يُمكننا التعرفُ على زحلَ دونَ حلقاتِه؛ فسيبدُو ذلكَ الكوكبُ كالعارِي بدونِها، لكن كيفَ حَصَلَ عليها في المقامِ الأولِ؟ كان ذلكَ السؤالُ تحديدًا الذي طرأَ على ذهنِ إدوارد روش، عالمِ الفلكِ الفرنسيِّ، عندما نظَرَ إلى زحلَ عبرَ تليسكوبه في عامِ 1848. خمَّنَ روش أن حلقاتِ زحلَ هي حطامُ قمرٍ أو أقمارٍ غامرَتْ بالاقترابِ للغايةِ مِن ذلكَ الكوكبِ العملاقِ، فمَزَّقَها. وعندما بدأَ مدارُ ذلكَ القمرِ الطائشِ في التحلُّلِ، بدأَ القمرُ نفسُه في الاستطالةِ والاعوجاجِ حتى تمدَّدَ في صورةِ قوسٍ يَنْحَنِي جزئيًّا حولَ الكوكب وتفكَّكَ كليًّا.

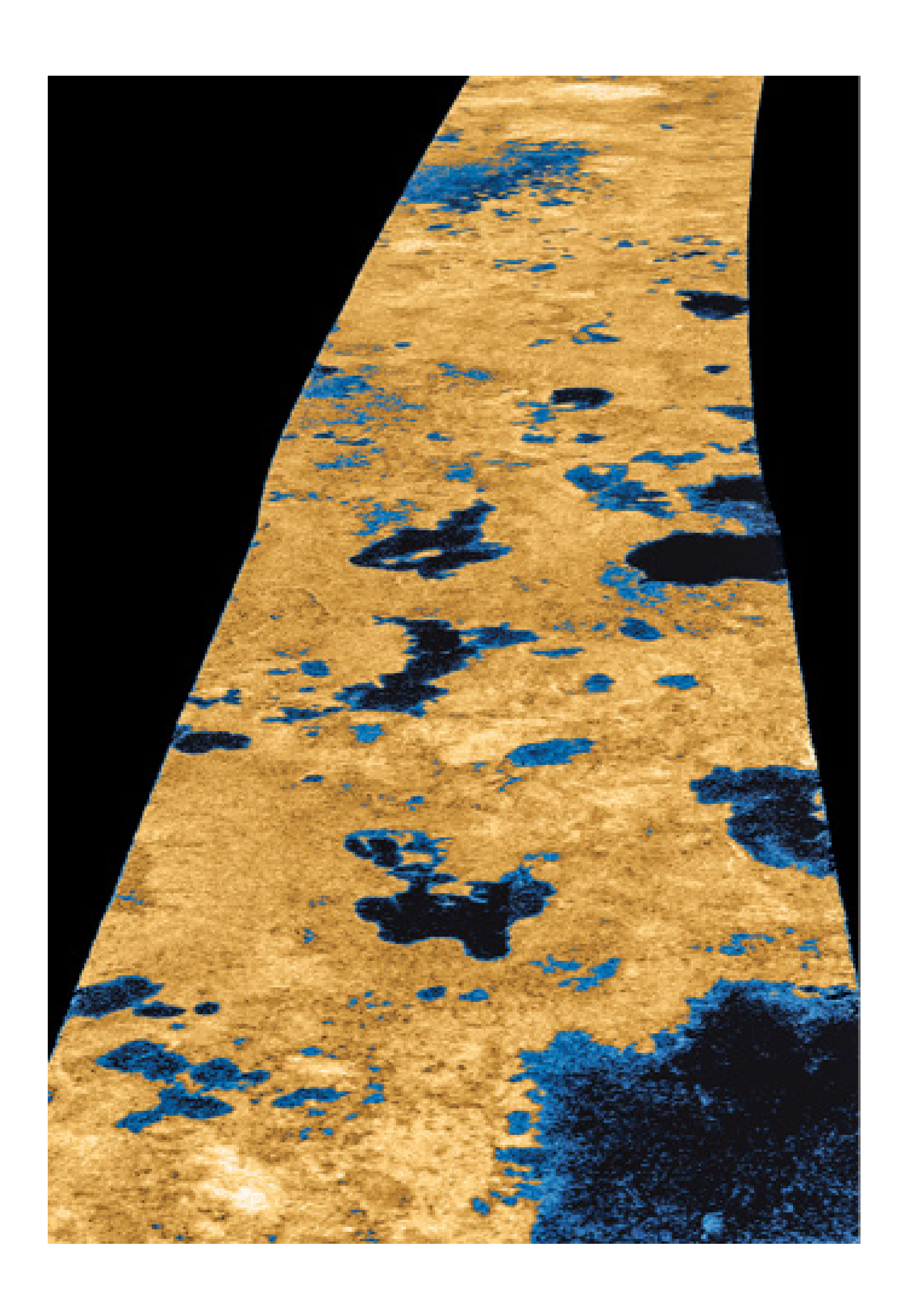
استطاع روش ابتكارَ معادلةٍ تنطبِقُ على كلِّ العوالمِ، وهي معادلةٌ تُخْبِرُنا إلى أيِّ مدًى يُمْكِنُ لكويكبٍ أو مُذنَّبٍ أو قمرٍ صغيرٍ الاقترابُ من كوكبٍ ما قبلَ أن تُمَزِّقَه قوةُ مدِّ جاذبيةِ الكوكبِ ويتحوَّلَ إلى حلقةٍ. وهذا ما يُسمَّى «حدَّ روش». لكن حتى الوقتِ الذي نَفَّذَت مركبةُ كاسيني الفضائيةُ التابعةُ لناسا سلسلةً مِن المناوراتِ الجريئةِ في نظامِ زحلَ، كان هناكَ جَدَلٌ علميٌّ قويٌّ بشأنِ توقيتِ تكوُّنِ الحلقاتِ؛ فاقترحَ بعضُ علماءِ الفلكِ أنها بِقدَمِ الكوكبِ نفسِهِ تقريبًا. فقدْ خمَّنوا أنه قبلَ أكثرَ من أربعةِ ملياراتِ عامٍ، عندما ظهرَ الكوكبُ إلى الوجودِ بتكتلِهِ من قرصِ الغازِ والغبارِ المحيطِ بالشمسِ الوليدةِ - خَرَقَ على الأرجحِ - قمرٌ أو عدةُ أقمارٍ حدَّ روش الخاصَّ بكوكبِ زحلَ. اعتقدَ علماءُ آخرونَ أنَّ الحلقاتِ حديثةٌ إلى حدٍّ ما؛ فربما تَبْلُغُ من العمرِ مائةَ مليونِ عامٍ فقطْ أو نحوَ ذلكَ. وأثبتَتْ كاسيني صحةَ هذا الاعتقادِ.

لكنْ ما هو حدُّ روش الخاصُّ بالأرضِ؟ إذا اقتربَ القمرُ أكثرَ مِن 12 ألفَ ميلٍ مِن الأرضِ- الأمرُ الذي يُعَدُّ -بالمناسبةِ- خطرًا من المستبعَدِ حتمًا قيامُ القمرِ به،فإنه سيتعرَّضُ لعقوباتِ اختراقِ حدِّ روش. بيدَ أنَّ خسارةَ القمرِ في هذهِ الحالةِ بشكلهِ المألوفِ ستكونُ أقلَّ مشكلاتِنا خطورةً. وهذا أمرٌ جيدٌ؛ لأنَّني أحبُّ قمرَنا كما هو. ثمةَ قمرٌ آخرُ واحدٌ فقط في المجموعةِ

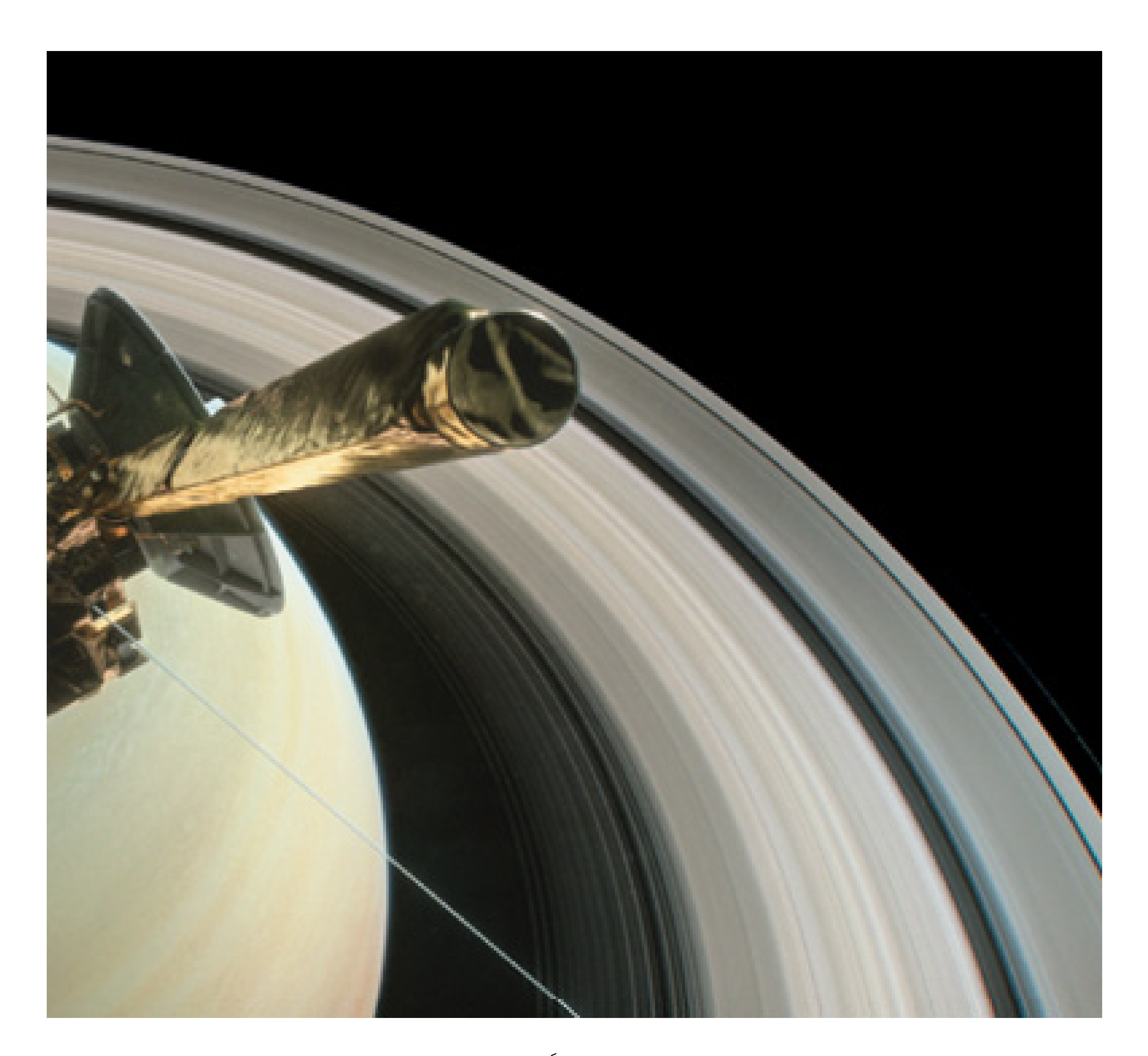
الشمسيةِ يُثير مشاعِري مثلَ قَمَرِنا. وربما يرجعُ السببُ في ذلكَ إلى أنه القمرُ الوحيدُ الذي لديهِ غِلافٌ جويٌّ سميكٌ مثلَ الأرضِ، ونوعُ خصائصِ السطحِ - من بحيراتٍ وجبالٍ وأمطارٍ - التي تُذَكِّرني بالأرضِ. وقد كانَ هذا كلُّه مخفيًّا بسببِ طبقةٍ كثيفةٍ مِن الضبابِ الدخانيِّ البرتقاليِّ حتى تعاونتْ وكالةُ الفضاءِ الأوروبيةُ مع ناسا لإرسالِ مسبارِ هويجنز مع مركبةِ كاسيني.

في الأولِ مِن يوليو عامَ 2004، بعدَ رحلةٍ استمرتْ سبعَ سنواتٍ بينَ الكواكبِ، وصلَتِ المركبةُ «كاسيني – هويجنز» إلى نظامِ زحلَ. وكانَتْ تلكَ المركبةُ رابعةَ السفنِ الفضائيةِ التي نُرسِلُها إلى هناكَ، لكنَّهَا الأولى التي تُرسِلُ مسبارًا لاستكشافِ سطحِ قمرِ زحلَ الْمُسمَّى تيتان. انفصلتِ المركبةُ هويجنز من السفينةِ الأمِّ وأقدمَتْ على خوضِ الغلافِ الجويِّ لتيتان لتصيرَ تُرسًا متوهجًا من النارِ. وعَمِلَ نظامُ كبحِها دونَ أخطاءٍ، جاذبًا إياها للحظاتٍ قبلَ أن تنفتحَ مظلةُ الهبوطِ. والآنَ، معَ تباطؤِ المركبةِ في الهبوطِ، اخترقَ المسبارُ السحبَ البرتقاليةَ السميكةَ المعتمةَ ليكشِفَ عن سطحٍ معقدٍ على نحوٍ مذهلٍ يتألَّفُ من سلاسلَ جبليةٍ وبحيراتٍ مِن الميثانِ. ومثلما تنبأَ كارل ساجان وآخرونَ منذُ أكثرَ من عقدَيْنِ، كانت هناكَ بحارٌ مِن الميثانِ والإيثانِ، وكان هناكَ ماءٌ متجمدٌ. كان هذا القمرُ أكثرَ تعقيدًا وروعةً بكثيرٍ مِن قمرِنا، الباهتِ الذي يخلُو من الحياةِ.

عندما وصلتْ كاسيني لأولِ مرةٍ إلى النصفِ الشماليِّ لكوكبِ زحلَ، كان فصلُ الشتاءِ في ذروتِهِ. ولم تسطَعِ الشمسُ إلا بعدَ مرورِ خمسِ سنواتٍ عندما بدأَ الربيعُ في شمالِ زحلَ.

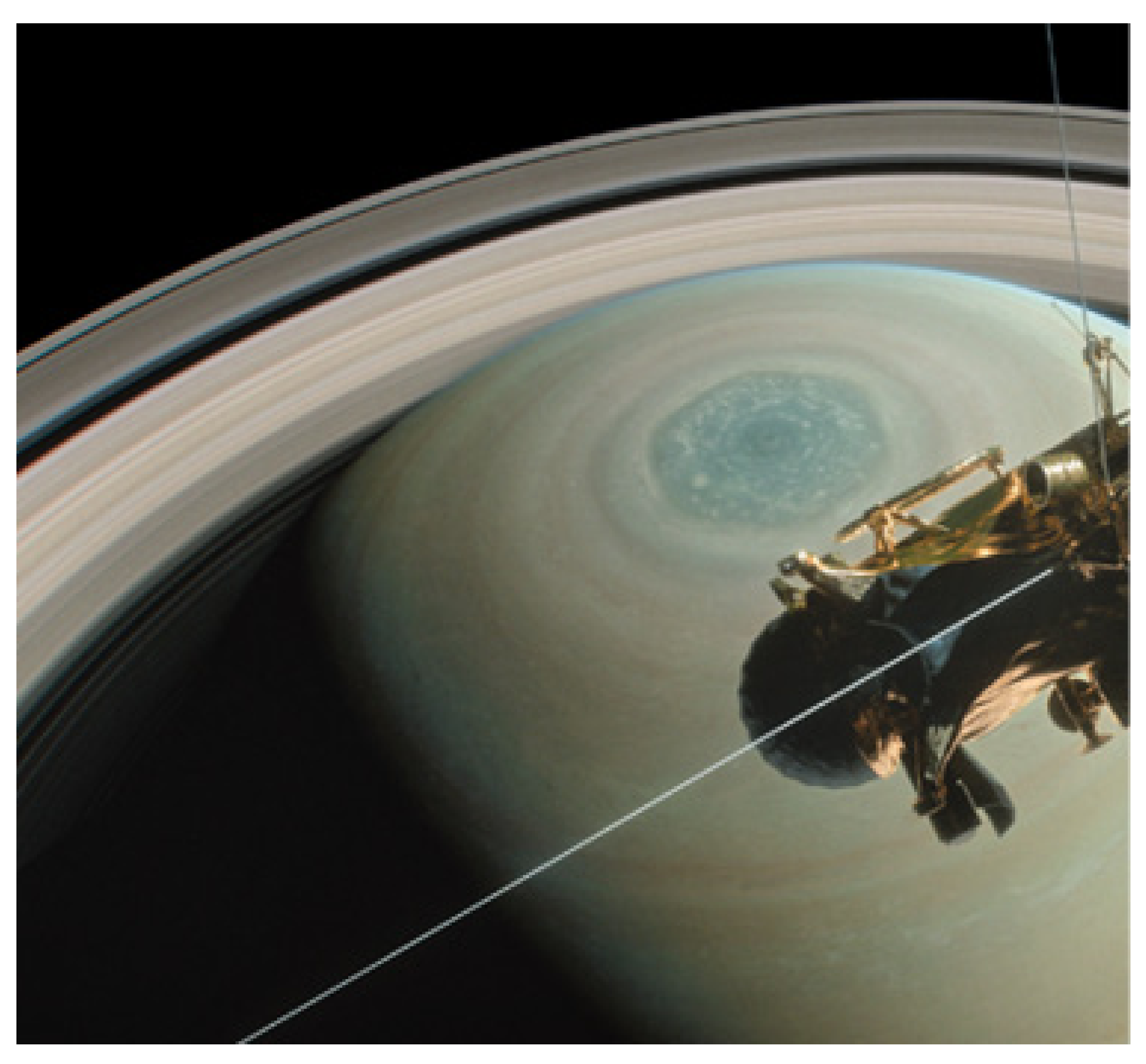


سطحُ القمرِ تيتان الذي تتناثَرُ عليه بُحَيْرَاتُ الميثانِ في صورةٍ راداريةٍ التقطَتها مركبةُ كاسيني الفضائيةُ التابعةُ لناسا في عام 2006.



وكشفَ ضوءُ الشمسِ حينذاكَ عَنْ مشهدٍ بديعٍ تمثَّلَ في شكلٍ سداسيّ الأضلاعِ ذي لونٍ ورديٍّ وأرجوانيٍّ ساطعٍ. يستحضِرُ هذا الشكلُ الهندسيُّ المنتظِمُ إلى الذهنِ ظاهرةً حدثتْ بفعلِ ذكاءٍ ما حوَّلَ معالمَ السطحِ لغرضٍ غيرِ معلومٍ. لكنَّه في الواقعِ نتيجةٌ لتغيُّرٍ مفاجئٍ في سرعاتِ الرياحِ مع تصاعُدِ التياراتِ المائيةِ الضخمةِ للأمونيا بالقربِ من القطبَيْنِ. وهذا الشكلُ هو أصلُ كلِّ الأعاصيرِ، وهو عبارةٌ عن هياج مِن البرقِ والرعدِ تضمَّن عددًا لا يُحصَى من الأعاصيرِ.

يمكِنُ للربيعِ أن يكونَ فصلاً عنيفًا وعاصفًا على الأرضِ، إلا أن كاسيني تَلَقَّتْ أمرَ التدميرِ الذاتيِّ في أثناءِ صيفِ زحلَ الممتدِّ سبعَ سنواتٍ. ومنذُ وقتِ إطلاقِ تلكَ المركبةِ الفضائيةِ في عامِ 1997 وعلى مدى رحلَتِها إلى زحلَ، استغلَّتْ مساعدةَ الجاذبيةِ، وإن كانَ مخزونٌ مِن وقودِ الصواريخِ هو الذي سَمَحَ لمراقِبِي المركبةِ الموجودِين على الأرضِ بتوجِيهِها إلى مساراتٍ استكشافيةٍ جديدةٍ.



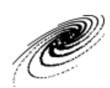
مركبةُ كاسيني تحلقُ حولَ القطبِ الشماليِّ لكوكبِ زحل. تصورٌ فنيٌّ يتخيلُ المشهدَ معَ اقترابِ رحلةِ المركبة - التي استمرتْ سبعَ سنواتٍ - من نهايتِهَا.

في إبريلَ من عامِ 2017، كانتْ كاسيني تستنفِدُ ذلك المخزونَ من الوقودِ. وحانَ الوقتُ لتقومَ بأكثرِ مناوراتِها جرأةً على الإطلاقِ قبلَ أن تلقَى مصيرَها الذي أُمِرتْ بتنفيذِهِ. عَرَفَ علماءُ بعثةِ كاسيني - الذين كانَ بعضُهم يعملُ على المشروعِ منذُ الثمانينياتِ عندما كانَ مجردَ حلمٍ- أنه لا بدَّ من تدميرِ كاسيني بالكاملِ. فكانَ مِن الخطيرِ للغايةِ تركُها تتجوَّلُ على غيرِ هدًى؛ إذ من الممكنِ أن تصطدمَ بأحدِ الأقمارِ في نظامِ زحلَ حَيْثُ قد تكونُ هناكَ حياةٌ خفيةٌ. حتى بعدَ 20 عامًا في الفضاءِ، ظلَّ من الممكنِ تصورُ إمكانيةِ وجودِ حياةٍ من الأرضِ على المركبةِ. وذلكَ مِن شأنِهِ انتهاكُ مواثيقِ وكالةِ ناسا لحمايةِ الكواكبِ المتعلقةِ بالحجرِ الصحيّ في كتابِ قوانينِ الفضاءِ. إذا تُرِكَ الأمرُ للمُصَادفةِ، فقد تُغَيّرُ كاسيني المصيرَ البيولوجيَّ المحتمَلَ للقمرِ تيتان أو إنسيلادوس.

لَزِمَ توجيهُ أمرٍ مُرِيعٍ يَنْتَهِكُ كلَّ الأوامرِ الأخرَى الْمُبَرْمَجَةِ في المركبةِ الفضائيةِ. لقد كانتْ كاسيني بعيدةً للغايةِ عن الأرضِ، وهو ما جَعَلَ الرسالةَ المسافرةَ بسرعةِ الضوءِ تستغرقُ أكثرَ مِن ساعةٍ لتصلَ إليها. والمهندسونَ أنفسُهُم الذين صَمَّمُوا المركبةَ لتحميَ نفسَها في أيِّ موقفٍ تمرُّ به أصدروا أمرًا إليها لتغوصَ فتلقَى حتفَها.

استجمعَتِ «المركبةُ الصغيرةُ التي تَمَكَّنَتْ من تحقيقِ ما لم يُحَقِّقْه غيرُها» قواهَا ببسالةٍ لتنهضَ لآخرِ مرةٍ قبلَ أن تَسْقُطَ نحوَ زحلَ، قاومتِ القوَى الهائلةَ لتنتصِبَ لآخرِ مرةٍ، وأطلقَتْ محركاتِها الدافعةَ بكاملِ قُوَّتِها، معَ إرسالِهَا باستمرارٍ -في إخلاصٍ- بياناتٍ إلى الأرضِ تَفُوقُ أقصَى طموحاتِ مُصَمِّمِيها. تصدَّتْ كاسيني لمقاومةِ الغلافِ الجويِّ القاسيةِ حتى فَرَغَتْ خزاناتُ وقودِها، ولم يَعُدْ بإمكانِها المقاومةُ بعدَ ذلك. فبدأتْ في التفككِ وأنهتْ حياتَهَا المثمرةَ على نحوٍ مميَّزٍ في صورةِ وابلٍ مِن الشهبِ على عالمٍ بعيدٍ. وفي 17 سبتمبر عام 2017، عانقَ العلماءُ والمهندسونَ في مختبَرِ الدفعِ النفَّاثِ على الأرضِ بعضَهم، وبَكَوْا وهم يُسَجِّلُون الوقتَ الرسميَّ لنهايةِ المركبةِ، وهو الساعةُ 11:55 بالتوقيتِ العالميِّ.

شَمِلَت إنجازاتُ المركبةِ كاسيني اكتشافَ العشراتِ من أقمارِ زحلَ التي كَانَتْ مجهولةً في السابقِ، والوصولَ إلى أدلةٍ على وجودِ ماءٍ سائلٍ على القمرِ إنسيلادوس، ورسمَ خريطةٍ للمجالاتِ المغناطيسيةِ ومجالاتِ الجاذبيةِ لكوكبِ زحلَ. تمنَحُ بعثةٌ مثلُ «كاسيني – هويجنز» لنوعِنا البشريِّ إحدى تلكَ المناسباتِ النادرةِ للاعتدادِ بالذاتِ. فكَمْ اكتسبنا وأتقَنَّا سريعًا مجموعةً جديدةً كليةً من المهاراتِ؛ مِن القمرِ الصناعيِّ سبوتنك إلى انتحارِ كاسيني وكلِّ ما أنجزناه في الفضاءِ بين هذَيْنِ الحادثَيْنِ في ستينَ عامًا فقط! يَمْنَحُنِي هذا الكثيرَ مِن الأملِ بشأنِ ما يُمكِنُنا معرفتُه عن الكونِ في المستقبلِ.



في بعضِ الأحيانِ تموتُ أحلامُكَ معَكَ، لكنْ في أحيانٍ أخرَى يحمِلُها علماءُ من عصرٍ آخرَ، ويبلغُونَ بها القمرَ وأبعدَ. ربما يكونُ النسيانُ قد طوَى يوري كوندراتيوك، وربما صارتْ إسهاماتُه في استكشافِ الفضاءِ محلَّ خلافٍ. لكنَّ ثمةَ شخصًا واحدًا تذكَّرَ ذلكَ الرجلَ، وفَعَل ما في وُسعه ليضمنَ حصولَ كوندراتيوك على ما يستحقُّهُ.

في العامِ التالي لعودةِ نيل أرمسترونج من رحلتِهِ إلى القمرِ، ذهبَ في رحلةٍ إلى كوخِ كوندراتيوك المتواضعِ في أوكرانيا حيثُ جَثَا على ركبتَيْهِ والتقطَ بعضًا من التربةِ وحملَهَا معه. وعندما عادَ إلى موسكو، ناشدَ قادةَ ما كان يُسَمَّى آنذاكَ الاتحادَ السوفيتيَّ بتكريمِ كوندراتيوك لجعلِ رحلتِهِ الأسطوريةِ أمرًا ممكنًا.



هذا التصوُّرُ البهي للإلكترونـاتِ في منظرٍ كهربائيٍّ ثنائيِّ الأبعادِ هو مثالٌ للفنِّ الفريدِ للكيميائيِّ والفيزيائيِّ إريك هيلر. فهو يَرْسُمُ، على حدِّ قولِهِ، بتدفقِ الإلكترونـاتِ. فتدخلُ الإلكترونـاتُ في لحظاتٍ متعددةٍ، ثم تنتشِرُ في المنظرِ، ما يَنتُجُ عنه أنظمةٌ عشوائيةٌ وحركةٌ فوضويةٌ وصورةٌ مذهلةٌ

| الفصل التاسع |

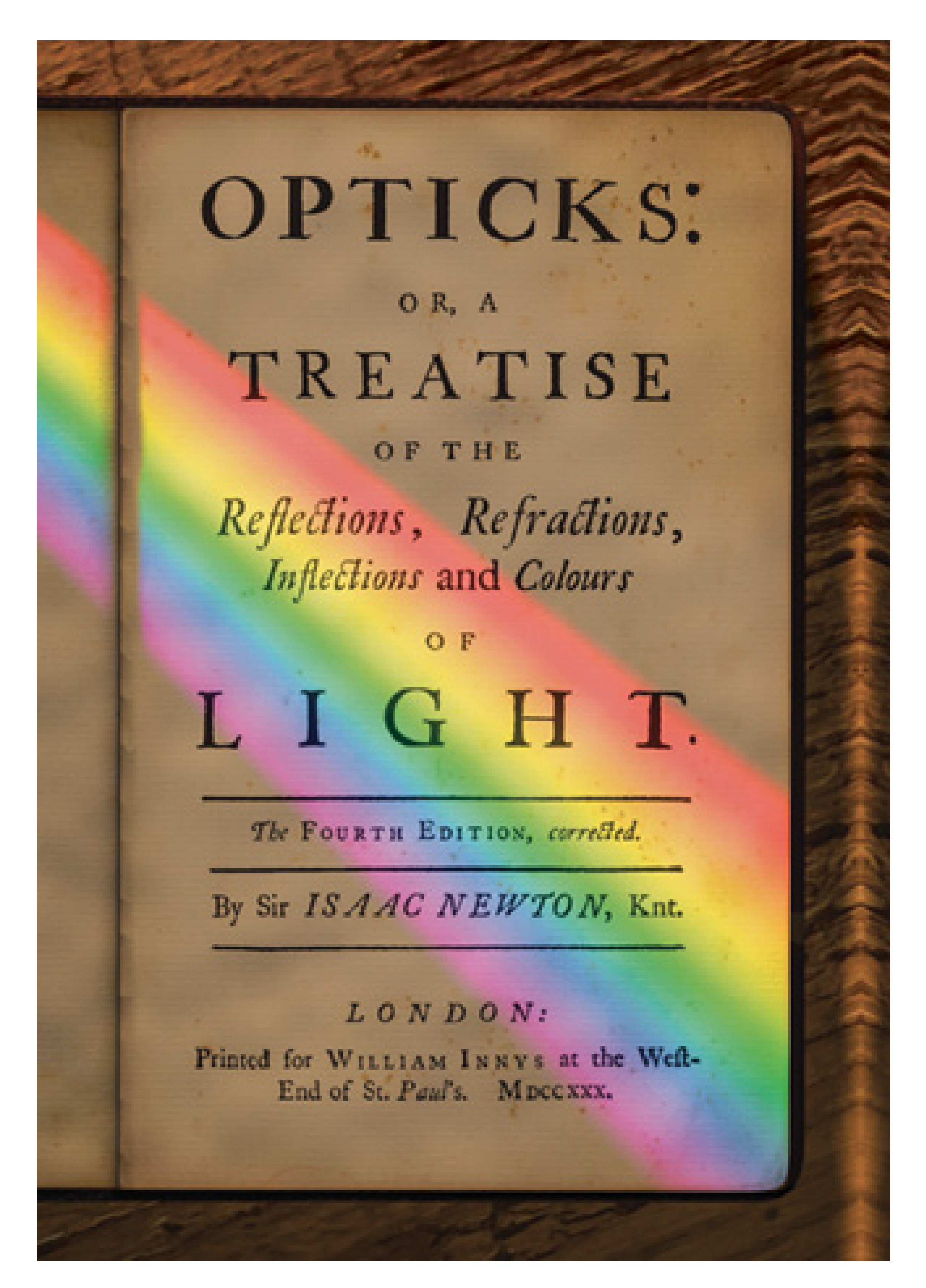
سحرٌ دُونَ أكاذيبَ

أُطلقُ على عالَمِنا اسمَ «الأرضُ المسطحةُ»، لا لأَنَّنَا نُسميه كذلكَ، وإنما لجعلِ طبيعةِ هذا العالمِ أَوضحَ لكم، قُرائي السعداءَ الذينَ ينعمونَ بمزيةِ العيشِ في الفضاءِ.

- إدوين أبوت، رواية «الأرض المسطحة»

أعتقدُ أنني يُمكنُني القولُ بثقة إنه ما مِن أحدٍ يفهَمُ ميكانيكا الكمِّ.

- ريتشارد فاينمان، «سمات القانون الفيزيائي»



تضمَّنَ كتابُ Opticks: Or,A Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours

of Light «البصرياتِ: أو أطروحةٌ في الانعكاساتِ والانكساراتِ والانعطافاتِ وألوانِ الضوءِ» للسيرِ إسحاق نيوتن نِتاجَ 30 عامًا من التجاربِ على الضوءِ والنظرِ واللونِ. ونُشِرَ لأولِ مرةٍ دون ذكرِ اسمِ كاتبِهِ في عامِ 1704.



تَكتُبُ الطبيعةُ أكثرَ أسرارِها خصوصيةً في الضوءِ. فالضوءُ مِن الشمسِ - نجمِنا - يَمُدُّ كلَّ صورِ الحياةِ على عالمِنا بالطاقةِ؛ فتحصلُ النباتاتُ على الضوءِ لتصنَعَ السكرَ. والضوءُ هو المقياسُ المعياريُّ للكونِ الذي يَدْرُزُ خيوطًا ماسيةً في نسيجِ الزمانِ والمكانِ. والضوءُ المحبوسُ سمةُ الثقوبِ السوداءَ؛ فغيابُ الضوءِ هو الذي يَمْنَعُنا من معرفةِ طبيعةِ المادةِ المظلمةِ والطاقةِ المظلمةِ. وتشيرُ «رؤيةُ النورِ» عادةً إلى تجلِّ دينيٍّ، لكن ما مِن أحدٍ أكثرَ هوسًا بالضوءِ من علماءِ الفلكِ. فما إن بَدَءُوا في دراسةِ الضوءِ حتى حَيَّرَ تفكيرَهُم.

إسحاق نيوتن - على سبيلِ المثالِ - عندما كانَ شابًّا في شتاءِ 1665-1666، عَمِل دونَ كللٍ في غرفةِ نومِهِ بمنزلِ أسرتِهِ في وولسثورب، في مقاطعةِ لينكولنشاير بإنجلترا، محاولاً اكتشافَ الطبيعةِ الفيزيائيةِ للضوءِ واللونِ. وكانَ نيوتن مستميتًا لفهمِ طبيعتِهِما لدرجةِ أنه كانَ مستعدًّا لغرسِ إبرٍ في عينَيْهِ حرفيًّا. حين صارَ نيوتن في العقد الثالث من عمرِهِ، كان قد وَضَعَ بالفعلِ أسسًا جديدة في حسابِ التفاضلِ والتكاملِ الذي صاغه **الحسنُ بنُ الهيثمِ**، وأجرَى سلسلةً من التجاربِ قادَتْه إلى استنتاجِ أنَّ اللونَ هو أحدُ مظاهرِ الضوءِ. وأرادَ نيوتن اكتشافَ أيٍّ مِن الأشياءِ التي نراها كخصائصَ للضوءِ، وأيها تَتَسَبَّبُ فيه أعصابُنا. فهلِ اللونُ يَكْمُنُ داخلَ الضوءِ أم أنَّهُ موجودٌ في أعينِنا؟

برغبةٍ ملحةٍ في المعرفةِ، استجمَعَ نيوتن شجاعَتَهُ، والتقطَ إبرةً غليظةً، وبعزيمةٍ قويةٍ غَرَسَها في الجزءِ السفليِّ من عينِهِ اليسرى. وكتَبَ في جَلَدٍ «تجربةُ وضعِ العينِ تحتَ ضغطٍ»، مزودًا ما كتبَهُ بالعديدِ من الصورِ في دفترِ ملاحظاتِ كتابِهِ «البصرياتِ». ولاحَظَ بدقةٍ أنه إذا أَجْرَى

التجربةَ في غرفةٍ مليئةٍ بالضوءِ -حتى لو كانتْ عيناه مغمضتَيْنِ- فسيمرُّ بعضُ الضوءِ عبرَ جَفْنَيْهِ وسيرى دائرةً كبيرةً واسعةً زرقاءَ. قد لا يبدو ذلك نتيجةً مهمةً مع وضعِ الألمِ الذي شَعَرَ - بالتأكيدِ - به في الاعتبارِ . لكنْ باستخدامِ مثلِ هذهِ التجاربِ المنزليةِ البسيطةِ أصبحَ نيوتن أولَ شخصٍ يُفَسِّرُ قوسَ قُزَحَ وكيفَ يُخْفِي الضوءُ الأبيضُ لوحةَ ألوانٍ كاملةً دَاخِلَه.

اعتقدَ معظمُ الناسِ أنَّ الظواهرَ التي دَرَسَها نيوتن هي «أمورٌ بديهيةٌ»، مثلما تسقطُ تفاحةٌ ويسطعُ شعاعٌ مِن الضوءِ عبرَ نافذةٍ. لقد نبعَتْ عظَمةُ نيوتن من تساؤُلِهِ عَنِ السببِ والطريقةِ التي تحدثُ بها الأمورُ العاديةُ، تمامًا مثلما يفعلُ الأطفالُ في الرابعةِ من عمرِهِم.

تساءلَ نيوتن - على سبيلِ المثالِ - عن مكوناتِ الضوءِ. فإذا حَلَّلْنا الضوءَ إلى أدقِّ الأجزاءِ المكوِّنَةِ له، ماذا سنرَى؟ لاحظَ نيوتن أيضًا أنَّ الضوءَ يتحرَّكُ في خطوطٍ مستقيمةٍ، وإلا فكيفَ نُفَسِّرُ حواف الظلالِ، أو استقامةَ الخطوطِ المنبعثةِ من ضوءِ الشمسِ وتخترِقُ السحبَ، أو الظلامَ الناتجَ عن كسوفٍ كليٍّ للشمسِ؟ من هذه الملاحظاتِ، استنتجَ نيوتن أنَّ الضوءَ لا بدَّ أنه يحتوي على تدفُّقٍ من الجسيماتِ - أو «الكُرَيَّات» كما أَطلقَ عليها - بمعنى أن شعاعَ الضوءِ يُشبِهُ تدفقًا من الطلقاتِ التي تَضْرِبُ شبكيةَ العينِ.

لكنْ كانَ هناكَ رجلٌ واحدٌ - بعيدًا في هولندا - اختلفَ بقوةٍ معَ نظريةِ نيوتن عَن تكوُّنِ الضوءِ مِن جسيماتٍ. لم يكنْ ذلكَ الرجلُ سوى كريستيان هويجنز، عالِمِ الفلكِ الهولنديِّ الذي كانَ أولَ مَن فَهِم طبيعةَ حلقاتِ زحلَ واكتشفَ أكبرَ أقمارِهِ، وهو القمرُ تيتان. شاركَ هويجنز إسحاق نيوتن في فضولِه الشَّرِهِ بشأنِ الأمورِ العاديةِ. وعلى الرغمِ مِن صراعِهِ طوالَ حياتِهِ معَ الاكتئابِ الشديدِ، عندما تَعَلَّقَ الأمرُ بتغييرِ العالمِ، فإنه لم يَكُنْ كسولاً على الإطلاقِ، فاخترعَ هويجنز ساعةَ البندولِ؛ فأجرى المعادلاتِ الحسابيةَ اللازمةَ لابتكارِ بندولٍ مزودٍ بقوسٍ يحسُبُ على نحوٍ دقيقٍ ومستمرٍّ الزياداتِ الثابتةَ في الوقتِ، وبذلك وَضَعَ معيارًا لتسجيلِ الوقتِ بدقةٍ ظَلَّ لا يُقهَرُ على مدى ثلاثةِ قرونٍ.

رَسَمَ هويجنز نموذجًا أوليًّا لماكينةٍ جديدةٍ اعتقدَ أنها قد تكونُ واعدةً إلى حدٍّ ما، وأطلقَ عليها اسمَ «المصباحُ السحريُّ». ولم تتطوَّرْ تلك الماكينةُ إلى جهازِ عرضِ صورٍ متحركةٍ ناجحٍ



في عام 1659، ابتكرَ كريستيان هويجنز جهازًا لعرضِ الصورِ المتحركةِ، وصمَّمَ الرسمَ المتحركَ لأولِ فيلمٍ يُعرَضُ عليه. تمثَّلَ ذلك الرسمُ في الموتِ وهو يؤدِّي رقصةً بسيطةً. ولم يُدْرِكْ أحدٌ إمكانياتِ هذا النوعِ الفنيِّ إلا بعدَ مئاتِ الأعوامِ.

إلا بعدَ بضعِ مئاتٍ من السنينَ. لكنْ في القرنِ السابعَ عَشَرَ، كان لدى هويجنز بالفعلِ فكرةٌ لفيلم، وهي الفكرةُ التي تَأَثَّرَتْ ربما بمزاجِهِ السوداويِّ. فرَسَمَ هويجنز سلسلةً مِن الرسومِ بالقلمِ الحبرِ، وهي عبارةٌ عن صورٍ كرتونيةٍ لرسمٍ متحركٍ يُظهرُ الموتَ وهو يُؤَدِّي رقصةً بسيطةً. ينحنِي

الموتُ انحناءةً مَرِحَةً بسيطةً قبلَ أن ينزِعَ جمجمتَهُ ويضعَهَا تحتَ ذراعِهِ كما لو كانتْ قبعةً. يمشي متفاخرًا، دونَ رأسٍ لكنْ في خيلاءَ قبلَ أن يعيدَ وضعَ جمجمتِهِ في مكانِها الصحيحِ، وينحنِي مرةً أخرَى، ويقفُ في مكانِهِ مبتسمًا لنا ابتسامةً مخيفةً.

ابتكر هويجنز أيضًا -شأنُه شأنُ نيوتن- فرعًا جديدًا خاصًّا به في الرياضياتِ، وهو نظريةٌ تتنبَّأُ بنتائجِ ألعابِ الحظِّ، ونُطلِقُ عليها الآنَ نظريةَ الاحتمالِ. وكان لهويجنز - شأنُهُ شأنُ نيوتن أيضًا - نظريتُهُ الخاصةُ عن الضوءِ، لكنها كانتْ مختلفةً للغايةِ عن نظريةِ نيوتن. فلم يعتقِدْ هويجنز أنَّ الضوءَ يتكوَّنُ من جسيماتٍ مثلَ الطلقاتِ التي تندفِعُ في مسارٍ واحدٍ. وإنما رأَى هويجنز الضوءَ كموجةٍ تنتشِرُ في كلِّ الاتجاهاتِ.

كان معروفًا بالفعلِ في عصرِ هويجنز أنَّ الصوتَ ينتقِلُ في صورةِ موجةٍ. فيمكِنُ سماعُ صوتٍ ما عبرَ بابٍ عندما يكونُ مفتوحًا بعضَ الشيءِ. ينتقِلُ الصوتُ حتمًا إذن حولَ البابِ مثلما يفعلُ الماءُ. وإذا طَرَقْنَا بشوكةٍ رنَّانةٍ على شيءٍ معدنيٍّ ورفعْناها لمشاهدتِها وهي تهتزُّ، فسنكادُ نرى ونحنُ نسمَعُ طنينَها موجاتِ الصوتِ وهي تنبعِثُ في كلِّ الاتجاهاتِ. اعتقدَ هويجنز أن الضوءَ ينتقِلُ مثلما ينتقلُ الصوتُ، أي ينتشرُ في صورةِ موجاتٍ.

أيُّ العبقريَيْنِ - إذن - كانَ على حقٍّ؟ يبدو أنَّ الإجابةَ عن سؤالِ ما إذا كانَ الضوءُ جُسَيمًا أم موجةً معقدةً.



ظَهَرَ بعد ذلكَ توماس يونج، وهو رجلٌ استطاعَ فعلَ كلِّ شيءٍ تقريبًا. فقدْ تمتَّعَ يونج - الذي وُلِد في سومرست بإنجلترا عامَ 1773 - بحرية تَتَبُّعِ فضولِه إلى حيثُ يقودُهُ؛ وذلك نظرًا للإرثِ الكبيرِ الذي تَرَكَهُ له عمُّه. ونتيجةً لذلكَ، قدَّمَ إسهاماتٍ مهمةً في مجموعةٍ كبيرةٍ مِن مجالاتٍ مختلفةٍ.

على مدَى قرونٍ، سَعَى العديدُ مِن المتنافسينَ جاهدينَ دونَ جدوى لفكِّ رموزِ رسائلِ حضارةٍ اختلفَتْ تقاليدُها ورموزُها اختلافًا كبيرًا عن حضاراتِ أولئكَ الأفرادِ. ففي مطلعِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ، صارَ عامةُ الناسِ في أوروبا مفتونينَ بالسباقِ بينَ المتنافسين المتعددين لفكِّ رموزِ اللغةِ الهيروغليفيةِ المصريةِ القديمةِ. وكان يونج هو الذي حَقَّقَ الإنجازَ في هذا الشأنِ في عامِ 1819 بتعرُّفِه على سِتَّةِ أصواتٍ رئيسيةٍ عبَّرَت عنها الكتابةُ الهيروغليفيةُ. كان يونج- الطالبُ النَّهِمُ للغاتِ- أولَ مَنْ رَسَمَ شجرةَ عائلةِ اللغاتِ «الهندية-الأوروبية»، وهو اسمٌ استحدَثَهُ يونج للإشارةِ إلى الأصولِ المشتركةِ في الهندِ وأوروبا للعديدِ مِن اللغاتِ التي نَتَحَدَّثُها حاليًّا.

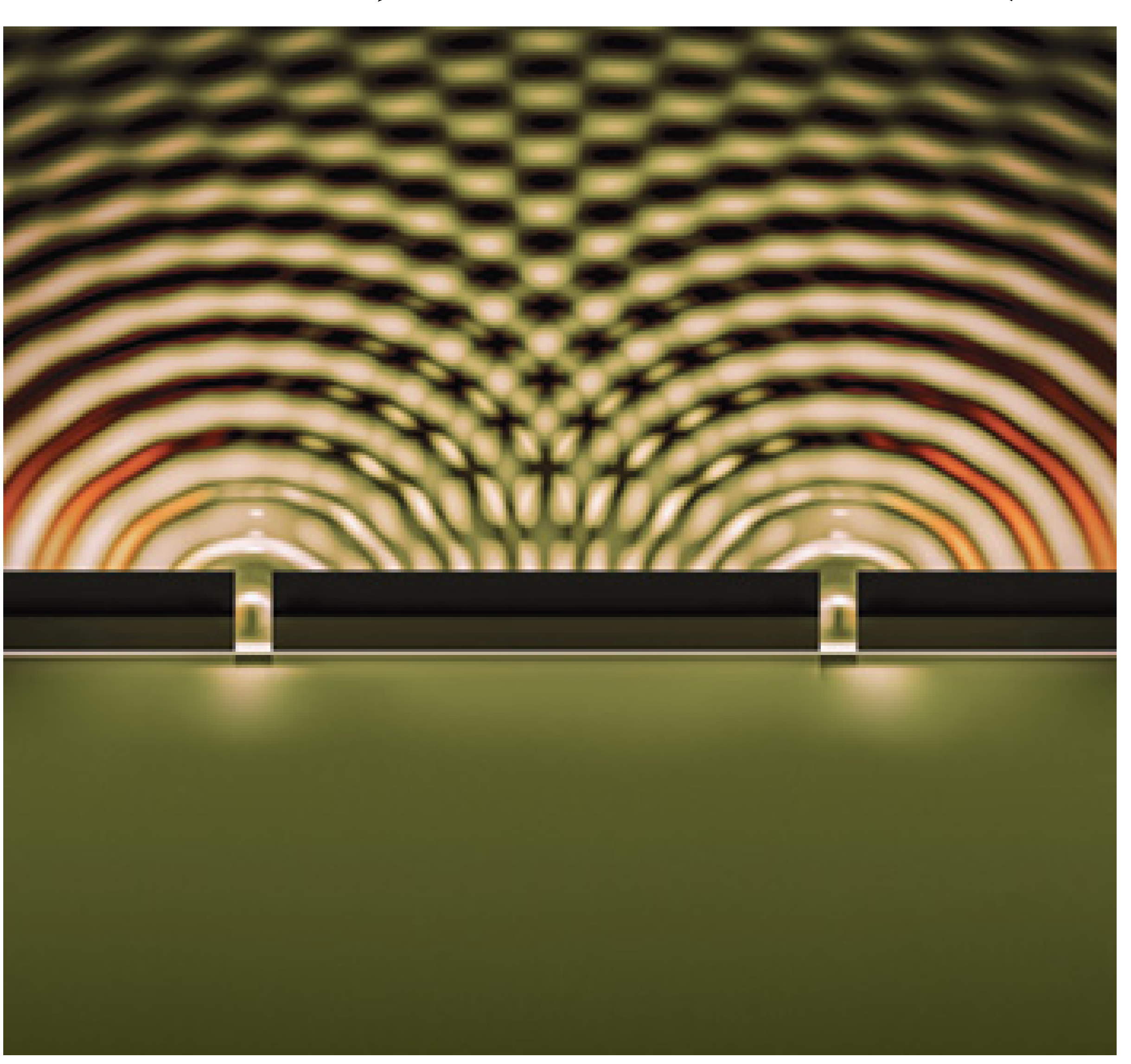
شقَّ يونج طريقًا جديدًا في العلومِ الفيزيائيةِ أيضًا. فكانَ أولَ مَنِ استخدمَ كلمةَ «طاقة» في سياقِها الحديثِ. وكانَ أولَ مَن قدَّرَ حجمَ الجزيءِ، وهو ما يتكوَّنُ من ذرتَيْنِ أو أكثرَ تربِطُهما رابطةٌ كيميائيةٌ. ومع الوضعِ في الاعتبارِ أنه كانَ يعمَلُ في مطلعِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ باستخدامِ ما نعتبرُهُ الآنَ أبسطَ أنواعِ التكنولوجيا، اقتربَ على نحوٍ مثيرٍ للإعجابِ من الإجابةِ الصحيحةِ.

حدَّد يونج- بوصفِهِ طبيبًا- تشوهًا في شكلِ العينِ، وهو قصورٌ في الرؤيةِ يُسمَّى اللابؤرية (الاستجماتيزم). ويُمكنني الإسهابُ في ذكرِ إنجازاتِ ذلكَ الرجلِ، لكن تصميمَهُ لتجربةٍ بسيطةٍ في مطلعِ القرنِ التاسعَ عشرَ هو الذي أدخلَ الفيزياءَ في الطريقِ الذي لا نزالُ نعيشُ فيه الآنَ. وقد حَقَّقَ ذلك باستخدامِ بعضٍ مِن شرائحِ الورقِ المقوَّى قليلِ السمكِ فقط.

ثبَّت يونج ورقةً بها شقٌّ رأسيٌّ واحدٌ بسطحِ طاولةٍ، ثم وَضَعَ ورقةً أخرى ذاتَ شقينِ متوازيينِ ضيقينِ على بُعدِ مسافةٍ قصيرةٍ من الورقةِ الأولى. وبعدَها، وضعَ ورقةً ثالثةً لتعملَ كحاجزٍ يسقطُ عليه الضوءُ الذي سيمُرُّ عبرَ الشقوقِ. وخفَض يونج الأضواءَ في مختبرِهِ؛ كي يكونَ مصدرُ الإضاءةِ الوحيدُ هو مصباحَ آرجاند، الذي كان أحدثَ ما تَمَّ التوصلُ إليه في مطلعِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ نظرًا لتمكنِهِ من الحصولِ على أقوى إضاءةٍ من فتيلِ المصباحِ. غطَّى يونج المصباحَ بغطاءٍ زجاجيٍّ أخضرَ كي يستبعِدَ كلَّ الألوانِ الأخرى، ويضمَنَ مرورَ لونٍ واحدٍ، أو

تردُّدِ ضوءٍ واحدٍ فَقَط عبرَ الشقوقِ. لماذا كانَ ذلك مهمًّا؟ لأنَّ يونج افترضَ أنَّ الألوانَ العديدةَ المتراكبةَ مِن شأنِها حجبُ نمطِ التداخلِ الدقيقِ الذي طمَحَ في رؤيته.

وضع يونج، بعدَ ذلكَ، المصباحَ الأخضرَ أمامَ قطعةِ الورقِ المقوَّى ذاتِ الشقِّ الواحدِ، بحيثُ أرسلَ ضوءَهُ عبرَ الشقين في الورقةِ التاليةِ ليصلَ في النهايةِ إلى الورقةِ المقواةِ الرأسيةِ التي عَمِلت كحاجزٍ. ودفعَ- بعدَ ذلكَ- هذا اللونَ المنفردَ للضوءِ لينتقلَ عبرَ شقينِ منفصلينِ ليرى نوعَ النمطِ الذي سيصنعُهُ الضوءُ على تلكَ القطعةِ الأخيرةِ مِن الورقِ المقوَّى. إذا كانَ الضوءُ



تحركُ الضوءِ كموجةٍ في تجربةِ الشقِّ المزدوجِ

لتوماس يونج التي أجراها لأولِ مرةٍ في عامٍ 1801.

جُسَيْمِيًّا، فسيكونُ من المتوقعِ رؤيةُ تجمعَيْن منفصلَيْنِ للضوءِ على الحاجزِ المقابلِ حيثُ انتهى مسارُ جسيماتِ الضوءِ الفرديةِ بعدَ مرورِها عبرَ الشقوقِ، لكنَّ ذلكَ لم يكنْ ما حَدَثَ.

فنتجَ بدلاً من ذلك نمطٌ غيرُ متوقعٍ مطلقًا، وهو سلسلةٌ من الأعمدةِ الرأسيةِ. كان هذا نمطًا تصنعُهُ موجتانِ عند انبعاثِهما إلى الخارجِ وتراكبِهما، أو تداخلِهما مع بعضِهما. فأثبت يونج أنَّ الضوءَ هو في الواقعِ موجةٌ يتحرَّكُ كتموجاتٍ متصادمةٍ على سطحِ بركةِ مياهٍ، و تتقاطَعُ قممُها وتخلُقُ نمطَ تداخلٍ.

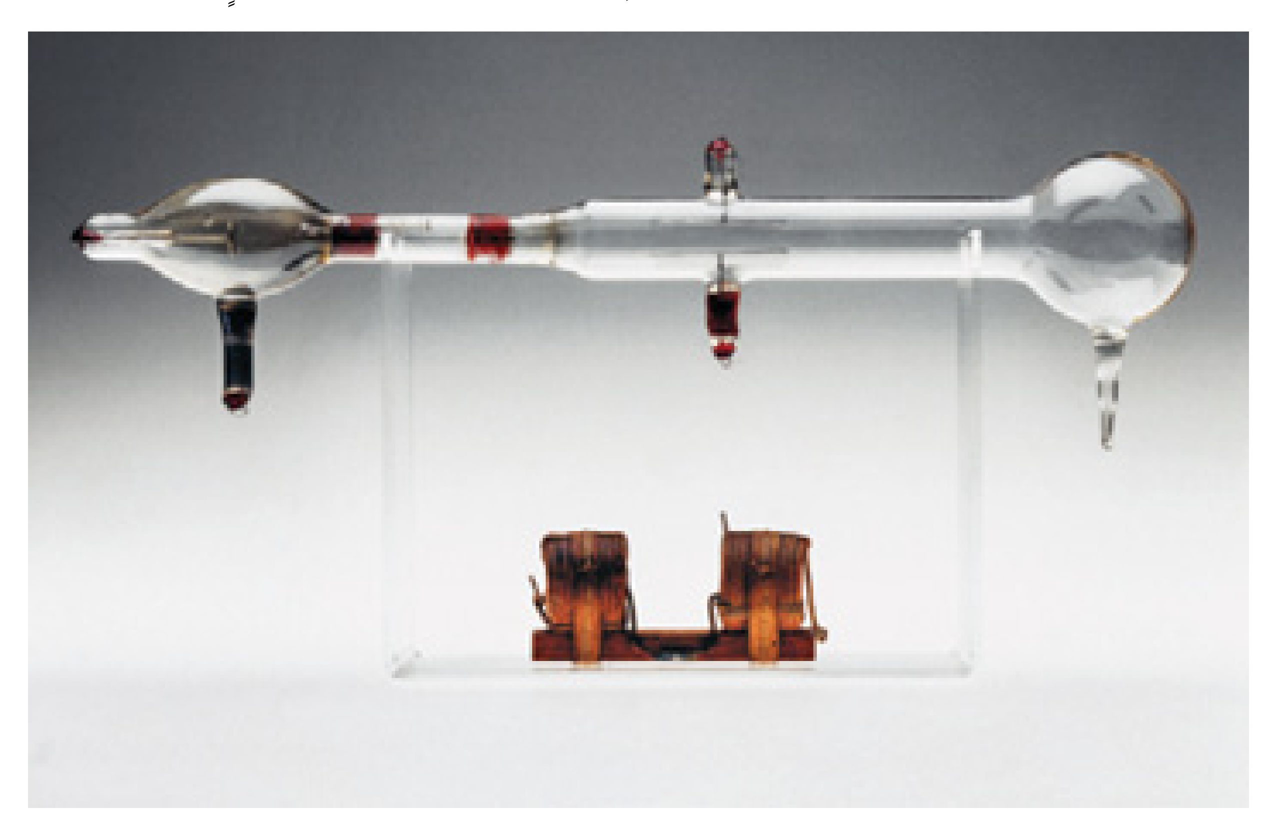
لم يتفاعَلِ المجتمعُ العلميُّ جيدًا مع نتائجِ تجربةِ يونج. فأرادُوا أن يكونَ أعظمُ عباقرتِهم- إسحاق نيوتن- مثاليًّا كقديسٍ أكثرَ من كونِهِ عالِمًا. وأثبتَ آنذاكَ ذلكَ المعتزُّ بذاتِه- توماس يونج- أنَّ نيوتن كان مخطئًا في نصفِ ما قاله؛ فالضوءُ ليس دائمًا جُسَيْمِيًّا، مثلما أعلنَ نيوتن بثقةٍ. ثمةَ سببٌ يجعلُ الحججَ المقدمةَ مِن الخبراءِ ليسَ لها ثقلٌ كبيرٌ في العلمِ. فالطبيعةُ- وحدَها- هي التي تحسِمُ المجادلاتِ. ولديها الكثيرُ مِن الحيلِ، ووحدَهُ الأحمقُ الذي يَعتبر فهمَنا للطبيعةِ كاملاً. كان نيوتن مخطئًا ... جزئيًّا. وكان يونج محقًّا ... جزئيًّا؛ لكنَّنا لم نَصِلْ بعدُ للجزءِ المزعِجِ حقًّا في القصةِ.



خلَّفَ يونج قنبلةً موقوتةً بفتيلٍ طويلٍ استغرقَ 100 عامٍ ليحترقَ قبلَ أن تنفجِرَ. ما لم يتمكَّنْ يونج من معرفتِهِ في تلكَ الليلةِ هو أكثرُ شيءٍ مخيفٍ على الإطلاقِ بشأنِ الضوءِ. لكنَّ أحدًا لم يكنْ بإمكانِه رؤيتُه لأنه كانَ يحدُثُ على نطاقٍ صغيرٍ للغايةِ، وهو ما جَعَلَ من الصعبِ على أقوى مَجَاهِرِ ذلك العصرِ رؤيتَه. ولم يطوِّرِ العلمُ الأدواتِ اللازمةَ للعثورِ على منفذٍ إلى كونٍ خفيٍّ من العوالِمِ المحتملةِ لحلِّ لغزٍ أكثرَ غموضًا بكثيرٍ من مقابرِ مصرَ القديمةِ إلا في نهايةِ القرنِ التاسعَ عَشَرَ.

حدَثَ ذلك في جامعةِ كامبريدج عام 1897، عندما فَتَحَ عالمُ فيزياءَ يُدعَى جوزيف جون طومسون بابًا جديدًا غير متوقَّعٍ إطلاقًا إلى عالمِ الجسيماتِ والموجاتِ. فعادت أبحاثُهُ- بصورةٍ ما- إلى 2500 عامٍ مَضَت وصولاً لأفكارِ الفيلسوفِ الإغريقيّ ديموقريطوس الذي هَدَاهُ حدسُه إلى أنَّ العالمَ الماديَّ مؤلفٌ من ذراتٍ. لكنْ ما من أحدٍ سبَقَ أن رأى ذرةً، وعلى مدى كلِّ تلكَ القرونِ كان وجودُها نوعًا من الإيمانِ العلميِّ. فاكتشفَ طومسون شيئًا أصغرَ من الذرةِ، والأكثرُ من ذلكَ أنه جعَلَ بإمكانِ أيِّ شخصٍ رؤيتَهُ.

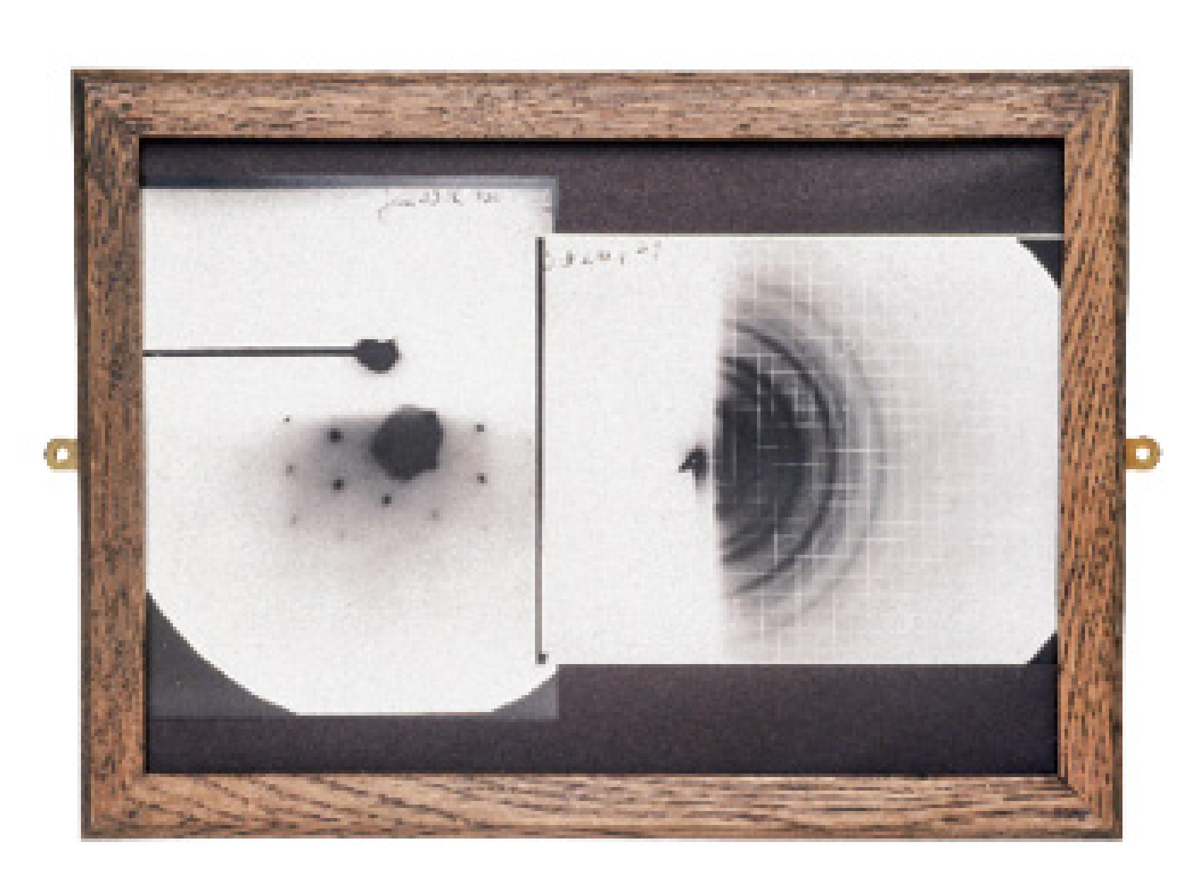
بدلاً من قطعةِ ورقٍ مقوًّى ذاتِ شقٍّ، استخدمَ طومسون أنبوبًا زجاجيًّا مفرغًا مرَّرَ به تيارًا كهربائيًّا. وسخَّنَ قطبًا كهربائيًّا معدنيًّا، وهو موصِّلٌ للكهرباءِ، وشاهدَ مرورَ دَفْقٍ مِن



الجسيماتِ عبرَ الأنبوبِ. وكان بإمكانِهِ كذلكَ تغييرُ مسارِ تلكَ الجسيماتِ عن طريقِ تقريبِ قطعِ مغناطيسٍ من الأنبوبِ. وأطلق طومسون على هذهِ الجسيماتِ إلكتروناتٍ.

أتاح المعهدُ الأمريكيُّ للفيزياءِ على الإنترنت تسجيلاً صوتيًّا للتعليقاتِ التي سَجَّلَها طومسون عامَ 1934 قال فيه: «هل يُمكِنُ أن يبدوَ أيُّ شيءٍ -للوهلةِ الأولى- عديمَ النفعِ أكثرَ مِن جسمٍ صغيرٍ للغايةِ ككتلةٍ تبلغُ نسبةً ضئيلةً من كتلةِ ذرةِ هيدروجين، التي هي نفسُها صغيرةٌ للغايةِ لدرجةِ أن مجموعةً منها تساوِي نفسَ عددِ كلِّ سكانِ العالمِ، سيكونُ من الصعب اكتشافُها باستخدامِ أيِّ وسيلةٍ معروفةٍ للعلمِ؟».

إنَّ ذلكَ الصوتَ - أعني ذلك التنظيمَ المحدَّدَ لموجاتِ الصوتِ المحفوظِ عبرَ الزمنِ منذُ نحوِ مائةِ عامٍ - يعبرُ عنْ قدرٍ من ذُهولِهِ حتى بعدَ كلِّ تلك السنواتِ. فلأولِ مرةٍ، صارَ من الممكنِ رؤيةُ جسيمٍ أوليٍّ للذرةِ. كانَ العلمُ يكشِفُ أحدَ أسرارِ الطبيعةِ، وحينذاكَ أصبحتِ الأمورُ جنونيةً. فإذا كانتْ أصغرُ وحداتِ المادةِ -الذراتُ- تحتوي على مكوناتٍ أصغرَ، مثلَ الإلكترونِ، فهَلْ يمكنُ أن ينطبِقَ الأمرُ نفسُهُ على الضوءِ؟ عَزَمَ العلماءُ، في إطارِ افتتانِهِم



باستخدامِ أدواتٍ كأُنْبُوبِ شعاعِ الكاثود (في الصورةِ المقابلة)، أظهر جوزيف جون طومسون أنَّ الذراتِ تحتوي على جُسيماتٍ دقيقةٍ ذاتِ شحنةٍ سالبةٍ، ألا وهي الإلكتروناتُ. وواصلَ ابنُهُ جورج باجيت طومسون ذلكَ العملَ. وعن طريقِ إطلاقِ إلكتروناتٍ عبرَ بلوراتٍ على ألواحٍ ذهبيةٍ (في الصورةِ أعلاه)، أثبتَ الابنُ أنَّ الجسيماتِ تتحرَّكُ كموجاتٍ. ولا تزالُ الطبيعةُ الغامضةُ للجسيماتِ دونَ الذريةِ تُحَيِّرُنا.

الذي لا يَنْتهي بالضوءِ، على ابتكارِ طرقٍ لعزلِ وحداتٍ أصغرَ مِن الضوءِ. وكانَ الأمرُ أشبهَ بعبورِ «أليس» من المرآةِ إلى بلادِ عجائبَ، لا تَسْري فيها قواعدُ الفيزياءِ المثبتةِ.

في نهايةِ القرنِ العشرينَ، تمكَّنَ العلماءُ مِن إجراءِ تجربةِ الشقِّ المزدوجِ ليونج على مستوى جديدٍ كليةً. فصارَ بإمكانِهم عزلُ أدقِّ وحداتِ الضوءِ، ألا وهي الفوتونُ المنفردُ. وأصبحَ من الممكنِ إطلاقُ الفوتوناتِ الفرديةِ، كلٍّ واحدٍ على حدةٍ، من خلالِ شقِّ يونج المزدوجِ الشهير. فمرَّ أحدُها عبرَ الشقِّ الموجودِ على اليمينِ، وعَبَرَ فوتون آخرُ الشقَّ الأيمنَ أيضًا. ومرَّ فوتون ثالثٌ عبرَ الشقِّ الموجودِ على اليسارِ. واستمرتِ الفوتوناتُ- واحدًا تلو الآخر- في القيامِ بذلكَ بأسلوبٍ عشوائيٍّ تمامًا. وإذا اسْتَمْرَرْنَا في مشاهدتِها إلى الأبدِ، فسيظلُّ النمطُ عشوائيًّا، وسيمرُّ نصفُ عددِها عبرَ أيٍّ من الشقين.

إذا ارتفعْنا فوقَ قطعةِ الورق المقوَّى لنرَى الحائطَ البعيدَ للتجربةِ الذي تصطدِمُ به الفوتوناتُ، فماذا سنرى؟ لن نَرَى نمطَ تداخلِ الموجاتِ المتصادمةِ، وإنما سنرَى مجموعتين من العلاماتِ متساويَتَيِ الحجمِ. لكنْ ... أينَ الموجاتُ؟ أين نمطُ تداخلِ يونج؟ هنا يبدأُ الأمرُ الغريبُ، ولا يُمكنُني تفسيرُ سببِ حدوثِهِ؛ وذلك لأنه ما مِن أحدٍ على الأرضِ يفهَمُه حتى الآنَ. وإذا لم يكنْ بإمكانِك تقبلُ هذه الفكرةِ، فلن تسعدَ بما هو قادمٌ. فعلى هذا النطاقِ الذي يُعَدُّ أصغرَ نطاقٍ اكتشفَهُ البشرُ على الإطلاقِ - الكونُ الكميُّ - فإنَّ مجردَ فعلِ الملاحظةِ يغيِّرُ الواقعَ.

فلنفترضِ استمرارَ الفوتوناتِ في عبورِ الشقين، ثُمَّ نتوقفْ عنِ النظرِ؛ إذْ تواصلُ الفوتوناتُ مرورَها العشوائيَّ عبرَ الشقين. وعندما نفتحُ أعيُنَنا، سيظهرُ نمطُ تداخلِ توماس يونج، حيثُ تُواجِهُ الموجةُ المنحنيةُ اصطدامًا في حزمِ الضوءِ والظلامِ! وما لا يمكنُ تصديقُهُ هو أنه بإمكانِنا

تغييرُ النمطِ على الحائطِ البعيدِ بمجردِ عدمِ مشاهدةِ أيِّ شقٍّ مِن الشقين تمرُّ عَبْرَهُ الفوتوناتُ. أعلمُ أنَّ الأمرَ يبدو جنونيًّا، لكنْ في كلِّ مرةٍ تُجرَى فيها هذه التجربةُ على الإطلاقِ، تعتمدُ النتيجةُ على ما إذا كانَ هناكَ ملاحِظٌ أم لا. لذا، فإنَّ سببَ عدمِ حصولِ المجربينَ على نمطِ التداخُلِم يرجِعْ إلى تقسيمِهم الضوءَ إلى فوتوناتٍ فرديةٍ، وإنما لملاحظتِهم أيَّ شقٍّ تمرُّ عَبْرَهُ الفوتوناتُ.

لكن كيفَ يمكنُ لفوتون معرفةُ ما إذا كان ثمةَ شخصٌ يُشاهدُه؟ ليس للفوتون عينانِ، ولا مخٌّ، فكيفَ يُمكنُه معرفةُ أنه مراقبٌ؟

نحن نعرفُ أنَّ الفوتون هو شيءٌ دقيقٌ للغايةِ يصعبُ رؤيتُهُ دونَ استخدامِ تكنولوجيا معقدةٍ. وتمارسُ تلكَ الأدواتُ عنفًا ضدَّ الفوتونِ الدقيقِ، فتغيِّره. لكنَّ ذلك لا يُفَسِّرُ سببَ تصرفِ الفوتوناتِ كجسيماتٍ عندَ مشاهدتِنا لها وكموجاتٍ عندما لا نُشاهدها. إذا كان الضوءُ عبارةً عن جُسيمٍ في الأساسِ، فمِنَ المفترضِ ألا يخلُقَ نمطًا موجيًّا أبدًا، سواءٌ أكنَّا نلاحِظُه أم لا. وكيفَ يُمكِنُ للفوتوناتِ الفرديةِ معرفةُ الأماكنِ التي عليها اتخاذُها كي تَخلُق أنماطَ تداخلِ الموجاتِ؟ هذه مُعضِلَةٌ مُحَيِّرةٌ تكمنُ في صميمِ ميكانيكا الكمِّ.

كان إسحاق نيوتن وكريستيان هويجنز محقَّيْن بالقدرِ نفسِهِ، ومخطئَيْنِ بالقدرِ نفسِهِ أيضًا؛ فالضوءُ موجةٌ وجُسَيْمٌ، وليسَ أيًّا منهما في الوقتِ ذاتِهِ. ولا ينطبِقُ هذا على الفوتوناتِ فحسبُ، فكلُّ الجسيماتِ دونَ الذريةِ تُظهِرُ هذا السلوكَ. فحتى نقومَ بالملاحظةِ، يوجدُ الفوتون أو الإلكترونُ أو أيُّ جُسَيْمٍ أوليٍّ آخرَ في حالةٍ مِن عدمِ اليقينِ تحكمُها قوانينُ الاحتمالِ. وعندما نلاحِظُ أيًّا مِن هذه الجسيماتِ، تَتَصرَّفُ على نحوٍ مختلفٍ تمامًا.

كانَ البشرُ سيضيعونَ في الكونِ الكميِّ لولا هويجنز؛ إذْ تقدِّمُ نظريةُ الاحتمالِ التي وَضَعَها - حتى في عصرِنا الحاليِّ - السبيلَ الوحيدَ المتاحَ أمامَنا لفَهْمِ قوانينِ الواقعِ الكميِّ. ويخضَعُ كلُّ

جُسيم لرحمةِ المصادفةِ العشوائيةِ والاحتمالاتِ المتغيرةِ، والتفكيرُ فيه يُشبِهُ النظرَ إلى خداعٍ بصريٍّ، فلا يُمكنُكَ إحكامُ قبضتِكَ عليه إلا للحظاتٍ قبلَ أن يعودَ إلى شيءٍ آخرَ.

ثمةَ جهةٌ غيرُ مُكتشَفَةٍ تفسحُ فيها قوانينُ عالَمِنا المجالَ أمامَ القوانينِ التي تَنْطَبِقُ على أصغرِ الأشياءِ التي نعرفُها. هذه القوانينُ لا نجدُها في حياتِنَا اليوميةِ، فكيفَ يُمكنُنا فهمُ عالمٍ ذي أبعادٍ وقواعدَ مختلفةٍ عن عالَمِنا؟ ليس ذلكَ بالأمرِ السهلِ.



إنَّ رائعةَ إدوين أبوت «الأرضُ المسطحةُ: قصةٌ خياليةٌ متعددةُ الأبعادِ»، التي كَتَبَهاعامَ 1884، أفضلُ مقدمةٍ أعرِفُها للتفكيرِ بشأنِ تحدياتِ الكونِ الكميّ. وقد روينْاها في أولِ كتابٍ وبرنامجٍ تلفزيونيٍّ بعنوانِ «الكون» لتوضيحِ مفهومِ بنيةِ الكونِ واسعةِ النطاقِ وانحناءِ الزمكانِ، لكنَّ هذه الروايةَ مفيدةٌ لفهمِ الكثيرِ مِن الخبراتِ المناقضةِ للحدسِ التي تُقَدِّمُها العلومُ والرياضياتُ. وتَروي «الأرضُ المسطحةُ» قصةَ سكانِ عالمٍ ثنائيِّ الأبعادِ، وهو مكانٌ يُمَكِّنُنا من إدراكِ ما سيكونُ عليه الأمرُ عندَ الانتقالِ إلى بُعدٍ إضافيٍّ.

لنتخيلِ الآنَ أننا نُحَلِّقُ فوقَ منظرٍ لمدينةٍ ذاتِ أسطحٍ هندسيةِ الشكلِ مسطحةٍ ومركباتٍ مستطيلةِ الشكلِ ومسطحةٍ تتحرَّكُ عبرَ شبكةٍ مِن الطرقِ. للوهلةِ الأولى، يبدو هذا العالمُ طبيعيًّا تمامًا باستثناءِ افتقارِهِ إلى بُعدٍ مكانيٍّ، وهو البُعد الثالثُ. كلُّ الأشخاصِ، وكلُّ الأشياءِ في تلكَ المدينةِ، وكلُّ مَن يعرفونَهُم ويحبونَهُم، مُسَطَّحونَ. منازلُهم مربعاتٌ مسطحةٌ، وبعضُها مثلثاتٌ، وبعضُها له أشكالٌ أكثرُ تعقيدًا، مثلَ ثمانياتِ الأضلاعِ؛ ولكنَّ جميعَها أشكالٌ مسطحةٌ.

نقترِبُ الآنَ بما فيه الكفايةُ لنرَى مُوَاطِنِي الأرضِ المسطحةِ، وهم كائناتٌ دقيقةٌ تُشبِهُ الفيتامينَ تستقلُّ مضلعاتٍ صغيرةً أو تتجوَّلُ في الشوارعِ. وفي عالمِهم ثنائيِّ الأبعادِ، يمكنُهم الاستدارةُ يمينًا ويسارًا. ويمكنُهُم التحركُ إلى الأمامِ وإلى الخلفِ، لكنْ لا وجود للأعلَى أو الأسفلِ.

لتتخيلِ الآنَ أنكَ تزورُ الأرضَ المسطحةَ. تَصِيحُ، فيُدَوِّي صدَى صوتِك كما لو كان من عالمٍ آخرَ.

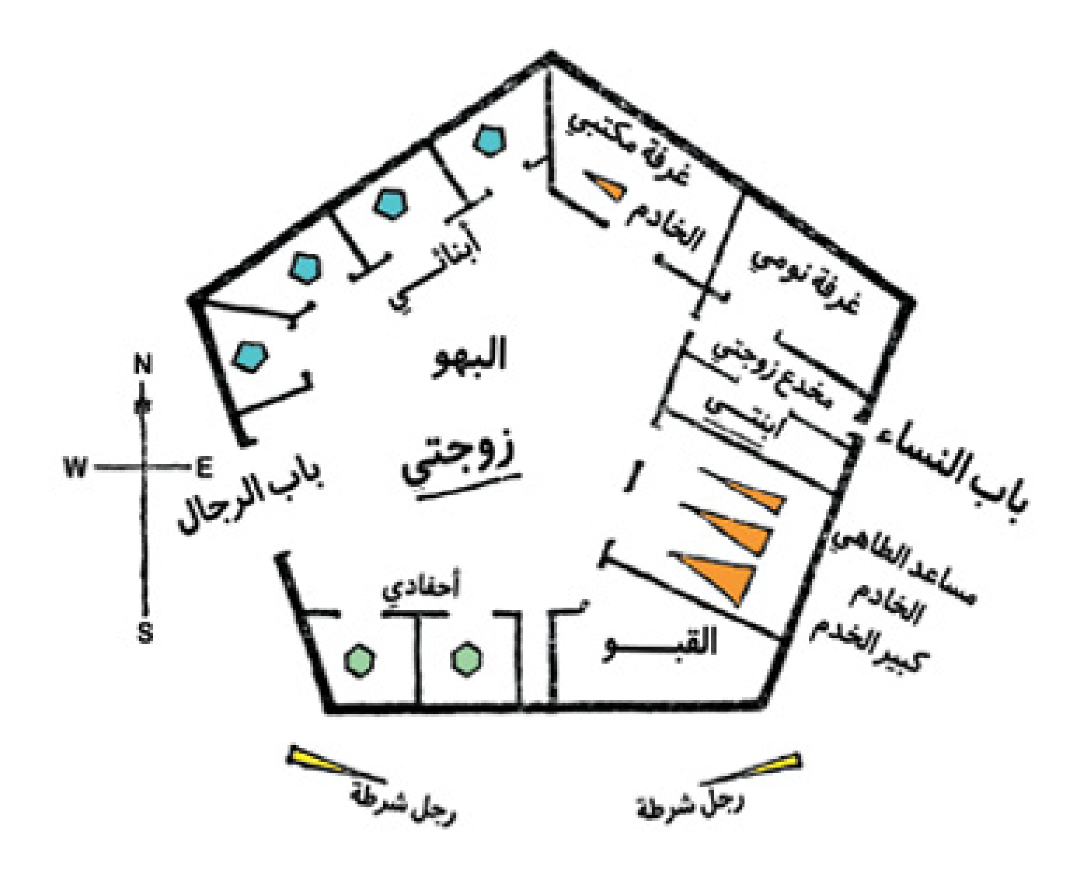
لا تتلقَّى أيَّ ردٍّ، ولكنَّكَ تسمعُ صوتَ خطواتٍ. يَخرجُ أحدُ سكانِ الأرضِ المسطحةِ من منزلِهِ بحثًا عن مصدرِ هذا الصوتِ الذي بلا جسدٍ. يُهَرْوِلُ جسدُهُ الضئيلُ المسطحُ مستطيلُ الشكلِ في هذا الاتجاهِ وذاكَ متحيرًا. يخْشَى الرجلُ مِن احتماليةِ فقدانِهِ لعقلِهِ، فيبدو له صوتُكَ كما لو كانَ صادرًا من داخلِهِ؛ وذلكَ لأنَّه لا يُمكن لشيءٍ أن يأتيَ مِن أعلى. فلا يُوجد «أعلى» في ذلكَ العالمِ.

لا يمكنُ لكائنٍ ثلاثيِّ الأبعادِ مثلِكَ أن يُوجَدَ على الأرضِ المسطحةِ إلا حيثُ تلامسُ قدماكَ السطحَ الْمُستويَ. يتوقَّفُ ساكنُ الأرضِ المسطحةِ في مكانِهِ مصعوقًا تمامًا. فالمقاطعُ العرضيةُ بِنَعلَيْ حذائِكَ تبدو له كشبحٍ.

ربما تجثُمُ على ركبتَيْكَ، وبأقصى درجاتِ الرقةِ تلتقِطُ ساكنَ الأرضِ المسطحةِ الضئيلَ مستطيلَ الشكلِ، وتقولُ: «عذرًا، أيها الرجلُ الضئيلُ. أعلَمُ مدى غموضِ الأمرِ بالنسبةِ لكَ. لا تقلَقْ، فأنتَ في رحلةٍ آمنةٍ تمامًا إلى بُعدٍ ثالثٍ. ما مِن شيءٍ سيُؤْذِيك، لكنَّ هذه فرصتُك لرؤيةِ المكانِ الذي تعيشُ فيه من منظورٍ جديدٍ تمامًا».

ساكنُ الأرضِ المسطحةِ مصدومٌ، لكنْ بعدَ فترةٍ مِن الوقتِ، يتمالَكُ نفسَهُ. ويقولُ لنفسِهِ وهو يُحَدِّقُ في المنازلِ المسطحةِ بل في سكانِ الأرضِ المسطحةِ الآخرينَ للمرةِ الأولى: «هذا إذنِ الأعلى». وهذا المنظرُ غيرُ المسبوقِ ثلاثيُّ الأبعادِ لعالَمِه ثنائيِّ الأبعادِ، من شأنِهِ تغييرُ حياتِهِ.

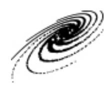
عانى ذلكَ الرجلُ الضئيلُ بما فيه الكفايةُ، فتُنزِلُه وتعيدُه إلى عالَمِه ثنائيِّ الأبعادِ. تُهْرَعُ أعزُّ صديقاتِهِ إلى الخارجِ لتستقبِلَهُ. فبالنسبةِ لها، كانَ قد اختفَى على نحوٍ غيرِ قابلٍ للتفسيرِ ثم عاودَ الظهورَ من العدمِ.



تخيَّلتْ روايةُ إدوين أبوت «الأرضُ المسطحةُ» - التي كَتَبَها عامَ 1884 - حياةً ثنائيةَ الأبعادِ ومنازلَ تُشبه هذا المنزلَ حيثُ تعيشُ أسرةٌ ثنائيةُ الأبعادِ.

نحنُ نعيشُ في منطقةٍ راحةٍ ثلاثيةِ الأبعادِ. ومِن السهلِ تخيلُ كونٍ ذي عددٍ أقلَّ من الأبعادِ، لكنَّهُ من الصعبِ للغايةِ تخيلُ كونٍ ذي عددٍ أكثرَ منها. فيُمكِنُ تصوُّر كونٍ عديمِ الأبعادِ لا يكونُ سوى نقطةٍ بلا أيِّ أبعادٍ على الإطلاقِ، أو كونٍ ذي بعدٍ واحدٍ حيثُ يكونُ الجميعُ عبارةً عن جزءٍ مِن خطٍّ، أو الأرضِ المسطحةِ ثنائيةِ الأبعادِ، أو الكونِ ثلاثيِّ الأبعادِ الذي نعيشُ فيه جميعًا.

يُمكُنَنا الضحكُ على جهلِ كائناتٍ ثنائيةِ الأبعادِ؛ إذ ليس بإمكانِها تخيُّلُ عالمٍ ثلاثيِّ الأبعادِ. بَيْد أنـَّه عندما يتعلَّقُ الأمرُ بالواقعِ الكميِّ، فإنَّ هذا الجهلَ يُشبه المشكلاتِ التي نُوَاجِهُها بدَوْرِنا؛ فنحنُ نعيشُ في أرضٍ مسطحةٍ خاصةٍ بنا.

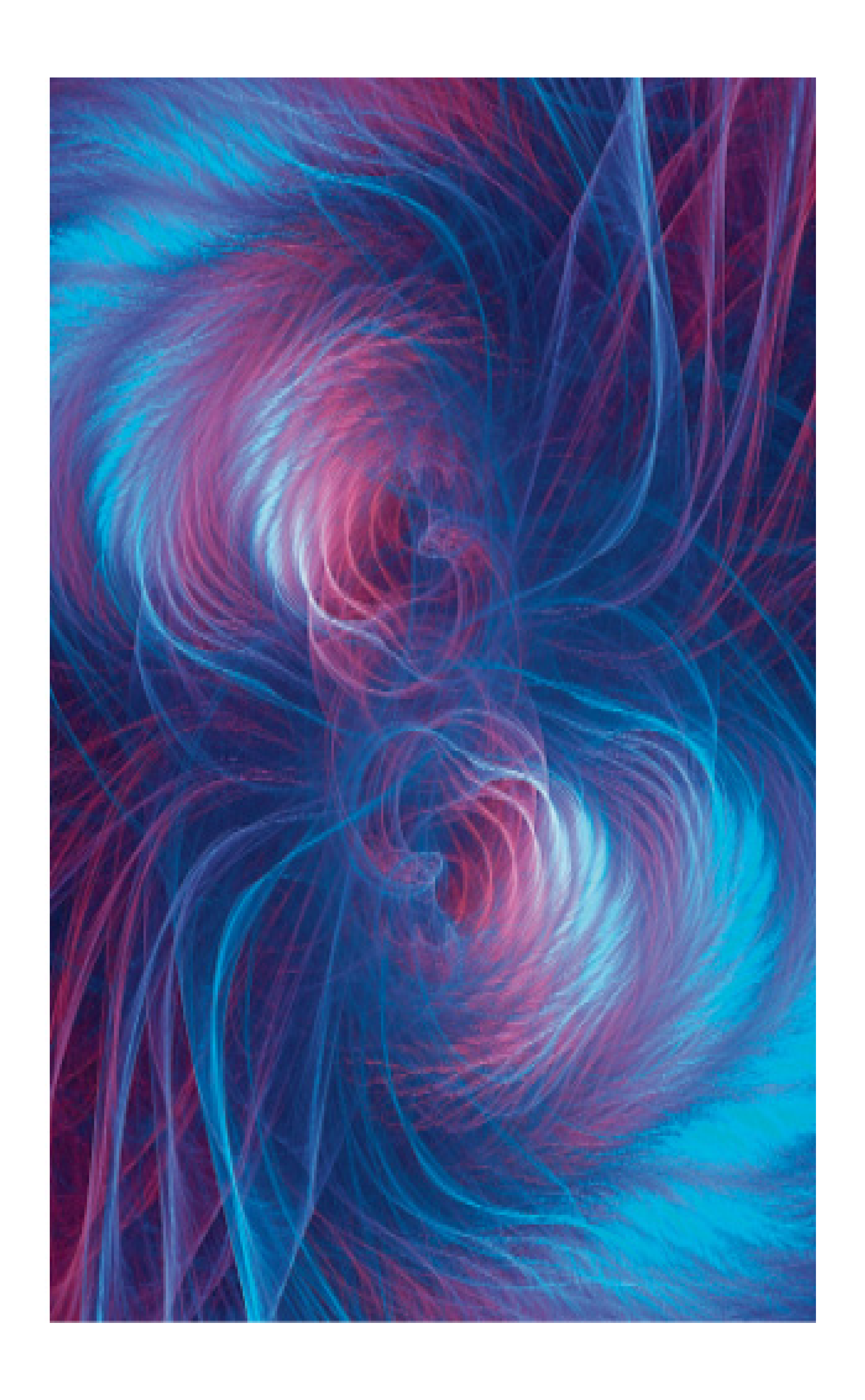


نحن نسكنُ كونًا ذا أبعادٍ غيرِ مُكتشَفةٍ وحقائقَ متناقضةٍ، فنعيشُ على مستوًى واحدٍ مِن الإدراكِ، لكنْ ثمةَ مستوياتٌ أخرَى صعودًا وهبوطًا. وبينَ الحينِ والآخرِ، يكتشِفُ باحثٌ مُصَادَفَةً مَنْفَذًا إلى أحدِ هذه المستوياتِ الأخرَى. ويُعَدُّ نيوتن وهويجنز وتوماس يونج ومايكل فاراداي وجيمس كليرك ماكسويل وآينشتاين بعضًا من أشهرِ أولئكَ الباحثينَ. لكنَّ ثمةَ باحثًا واحدًا - أقلَّ شهرةً - حَطَّمَ بابًا اعتقدَ الآخرونَ أنه لا يُؤَدِّي إلى أيِّ مكانٍ. وبدأَ كلُّ ذلكَ لأنهلم يتحمَّلِ العيشَ مع تناقضٍ كَوْنِيٍّ.

لقد استعصتْ فكرةُ تناقضِ كونِ الضوءِ موجةً أو جُسَيْمًا على الكثيرِ مِن الباحثينَ، وبدا المجتمعُ العلميُّ كما لو أنه يفضلُ أنْ ينسَى الأمرَ وحسبُ. فطَوالَ النصفِ الأولِ مِن القرنِ العشرينَ، اعتُبِر هذا الموضوعُ طريقًا مسدودًا في المهنِ العلميةِ. لكن جون ستيوارت **بِل** لم يستطعْ نسيانَ الأمرِ. لعلَّكَ لم تسمَعْ باسمِهِ من قبلُ، لكنَّه أثَّرَ على حياتِكَ ومستقبلِكَ بطرقٍ مِن الصعبِ تحديدُها كميًّا، ولا تزالُ الثورةُ التي أَحْدَثَهَا تتكشَّفُ لنا. لكنَّنِي لا أستطيعُ روايةَ قصتِهِ دون أن أُوضِّحَ أولاً اللغزَ الذي أَلْهَمَهُ.

قَسِّمْ شعاعَ الضوءِ إلى الفوتوناتِ المكوِّنةِ له، كما في تجربةِ الشقِّ المزدوجِ.. وستبدأُ الدراما.. حدِّدْ فوتونًا واحدًا -الذي يُعَدُّ حزمةً كميةً من الضوءِ- واقسِمْهُ نصفَيْنِ، لقد قسَّمتَ طاقتَهُ الآن. يقترنُ هذانِ الفوتونانِ الجديدانِ ببعضِهما بمعنًى فيزيائيٍّ عميقٍ، أو متشابكَيْنِ كما يقولُ علماءُ الفيزياءِ الكميةِ. وبصرف النظرِ عن مدى ابتعادِهِما عن بعضِهما، في الزمانِ والمكانِ، ستظلُّ الرابطةُ بينهما قائمةً. يُشبِهُ الأمرُ بعضَ الشيءِ التفسيرَ الإغريقيَّ القديمَ لأفلاطون للحبِّ بأن كيانًا واحدًا ينقسِمُ إلى كيانينِ ينفصلانِ عن بعضِهما. وعلى مدى ما تبقَّى من حياتِهِما، يظلُّ كلٌّ منهما تَوْءَمَ روحِ الآخرِ الوحيدِ المتآلِفِ على نحوٍ فريدٍ مَعَ الحياةِ الداخليةِ لشريكِهِ، حتى وإن فَصَلَ بينهما كونٌ كاملٌ.

إذا لاحَظْنا دورانَ فوتونٍ واحدٍ، فسيغيِّرُ تَوْءَمُ روحِهِ دورانَهُ على الفورِ بدورِهِ. وهذا أمرٌ لا ينفرِدُ به هذانِ الفوتونانِ تحديدًا. وإنما هو - على حدِّ معرفتِنا - قاعدةٌ عامةٌ. فهذا النوعُ مِن العلاقاتِ عن بُعدٍ كانَ موجودًا طوال تاريخِ الكونِ بأكملِهِ. فوتونان ظَهَرَا إلى الحياةِ في بدايةِ نشأةِ الكونِ - قبلَ نحوِ 14 مليار عامٍ- ينفصلانِ ويسيرانِ في



التشابكُ الكميُّ: علاقةٌ غامضةٌ يُمكِنُها تحمُّلُ أيِّ شيءٍ عدا الملاحظةَ، كما يظهرُ في هذا التصورِ الفنيِّ.

اتجاهَيْنِ متقابلَيْنِ. ويمكنُ أن ينتهيَ بهما الحالُ على بعدِ عشراتِ الملياراتِ مِن السنينَ الضوئيةِ. لكن، طوالَ ذلكَ الوقتِ وعبرَ كلِّ هذه المسافةِ، تظلُّ الرابطةُ بينهما صامدةً.

ما الذي يجعَلُ الفوتونَ - أو الإلكترونَ أو أيَّ جسيمٍ أوليٍّ آخرَ، بمجردِ اشتباكِهِ - قادرًا على هذا الإخلاصِ الدائمِ؟ والأغربُ مِن ذلكَ، أنَّ كلَّ ما يَتَطَلَّبُهُ الأمرُ لقطعِ هذا الارتباطِ الرائعِ هو ملاحظةُ شخصٍ ما لأيٍّ منهما؛ أي أن يقومَ بفعلِ القياسِ البسيطِ؛ فكلُّ ما علينا فعلُهُ هو قياسُ دورانِ أحدِهما. نختارُ فوتونًا واحدًا منهما؛ وفي مكانٍ ما، وفي هذه اللحظةِ تحديدًا، على بعدِ مليارات السنواتِ الضوئيةِ عنا، يبدأُ تَوْءَمُ روحِ ذلك الفوتونِ في الشعورِ بتغييرٍ ما فجأةً. فينتَهِي الافتتانُ، وتنقطِعُ الرابطةُ بينهما. فلا يعودانِ مقترنَيْنِ بعدَ الآنَ. لقد دَمَّرَت ملاحظتُنا البسيطةُ لأحدِهما اقترانًا دامَ منذُ بدايةِ الزمانِ.

كيفَ يُمكِنُ لفعلٍ واحدٍ فقط يبدُو حميدًا ويقومُ به طرفٌ ثالثٌ أن يقطَعَ للأبدِ مثلَ هذه العلاقةِ الوطيدةِ؟ وكيف يمكنُ لفوتونٍ واحدٍ - على بعدِ مسافةٍ هائلةٍ من شريكِهِ - إرسالُ رسالةِ انفصالٍ عبرَ الكونِ ويتلقَّاها ذلكَ الشريكُ على الفورِ؟ كيف يمكنُ لفوتونَيْنِ التواصلُ مع بعضِهما على نحوٍ أسرعَ من سرعةِ الضوءِ، ويرسلانِ مثلَ هذه الرسالةِ لبعضِهما ؟ هذانِ اثنانِ مِن أهمِّ الأسئلةِ غيرِ الْمُجاب عنها في العلمِ. لذا، لا تَقْلَقْ إذا أزعجاكَ. فَقَدْ طَارَدَ هذانِ السؤالانِ عقلاً بعظمةِ عقلِ آينشتاين لبقيةِ حياتِهِ، بمجردِ أن بدأَ في التفكيرِ فيهما.

ما مِنْ شيءٍ أكثرَ إثارةً لاهتمامِ أيِّ عالِمٍ من الاستحالةِ المنطقيةِ. فإذا كان للضوءِ - الذي هُوَ أسرعُ شيءٍ على الإطلاقِ - حدُّ سرعةٍ كونيٌّ، فمِنَ المستحيلِ إذن لفوتونٍ التواصلُ مع الفوتونِ الآخرِ على الفورِ عبرَ هذه المسافةِ الشاسعةِ. ورأى آينشتاين أنَّه من غيرِ المحتملِ العيشُ في كونٍ كهذا، حيثُ يكونُ «تصرُّفٌ مخيفٌ عن بعدٍ» ممكنًا.

فيما يتعلَّقُ بالجسيماتِ في تجربةِ الشقِّ المزدوجِ، التي تَعْبُرُ إما الشقَّ الأيمنَ وإمَّا الأيسرَ، لم تمثِّلْ هذه الخياراتُ أكثرَ مِن مجردِ مصادفةٍ عشوائيةٍ. لكنْ حتى المصادفةُ العشوائيةُ لا بدَّ أن تَتَّبِعَ قواعدَ معينةً - وهذا أساسُ نظريةِ الاحتمالِ لهويجنز، وأساسُ حسابِ الاحتمالاتِ في لعبِ النردِ.

عندما طبَّقَ **آينشتاين** نظريةَ الاحتمالِ على مشكلةِ الفوتوناتِ المتشابكةِ، ذُعِرَ؛ لأنه إذا كانَ بإمكانِ هذه الفوتوناتِ خرقُ سرعةِ الضوءِ بهذه الطريقةِ، فإنَّ الكونَ، وكلَّ المخلوقاتِ، ليسَ أكثرَ مِن مكانٍ يُمكِنُ فيه خرقُ قوانينِ الطبيعةِ! تعاملَ آينشتاين معَ هذا العذابِ عن طريقِ التعلقِ بفكرةِ أنَّ ثمةَ شيئًا لم نَفْهَمْهُ بعدُ. واخترعَ شيئًا أسماهُ «المتغيرَ الخفيَّ»، وهو آليةٌ تُوَضِّحُ بصورةٍ ما للجسيمِ الطريقةَ التي يَجِبُ أن يتصرَّفَ بها بعدَ مليارات السنينَ من الآنَ. وبذلكَ، لا تكونُ ثمةَ ضرورةٌ لأيِّ تواصلٍ أسرعَ مِن الضوءِ، ويمكنُ تفسيرُ اللغزِ المزعجِ.

لقد خُضْنَا هذا الموقفَ من قبلُ؛ فقبلَ نحوِ مليونِ عامٍ، استأنسَ أسلافُنا النارَ. لم يَعْرِفوا طبيعتَها، لكنَّهُم استخدَمُوها على أيِّ حالٍ لبناءِ حضارةٍ. وكذلكَ كانَ الحالُ مع فيزياءِ الكمِّ.فلم نحتَجْ إلى فَهْمِها كي نستغلَّ تطبيقاتِها العمليةَ غيرَ المحدودةِ، سواءٌ العلميةُ أو غيرُها. فمثلما استخدمَ أسلافُنا النارَ دونَ فهمِ كيفيةِ عملِها، تَعَايَشْنا مع هذا الجانبِ تحديدًا في اللغزِ المعقدِ في ميكانيكا الكمِّ لعقودٍ.

لكنْ كان ثمةَ فتًى، وُلِد عامَ 1928 في حيٍّ للطبقةِ العاملةِ في بلفاست بأيرلندا، نَمَتْ لديه حاجةٌ شغوفةٌ لفَهْمِ نارِ ميكانيكا الكمِّ.. لقدْ كانَ جون ستيوارت **بِل** عازمًا على اكتشافِ ما إذا كانَتْ متغيراتُ آينشتاين الخفيةُ حقيقةً أم لا. فتصوَّرَ تجربةً فكريةً قائمةً على مفاهيمَ حسابيةٍ بسيطةٍ ونظريةِ احتمالٍ كوسيلةٍ لاختبارِ فكرةِ **آينشتاين**. وتخيَّلَ فوتوناتٍ متشابكةً تَمُرُّ عبرَ سِياجاتٍ ذاتِ أوتادٍ مائلةٍ، أو مستقطبةٍ. وبعضًا مِن الفوتوناتِ ستلامِسُ أوتادَ السِّياجاتِ وترتدُّ بعيدًا عنها، بينما ستمرُّ عبرَها فوتوناتٌ أخرى. وتخيَّلْ بِل آليةَ إحصاءٍ لتسجيلِ كلِّ هذه النتائجِ العشوائيةِ.

افترضَ أنَّ كلَّ فوتون يعرِفُ المسارَ الذي يَسْتَقْطِبُهُ قبلَ أنْ نقيسَهُ. اقترحَ بِل أنه يمكنُ إعدادُ تجربةٍ لاختبارِ هذه الفكرةِ باستخدامِ مُرَشِّحاتٍ موضوعةٍ بزوايا مختلفةٍ. وحسَبَ عددَ الفوتوناتِ التي ستمرُّ عبرَ الأعمدةِ الرأسيةِ لسياجاتٍ مقسمةٍ، ثمَّ أمالَ الأعمدةَ بزاويةِ 45 درجةً فتمكَّنَ عددٌ أقلُّ من الفوتوناتِ مِن المرورِ. وحسَبَ العددَ الذي سيمرُّ عبرَ الأعمدةِ المائلةِ. فوجَدَ أَنَّهُ إذا كانتِ الفوتوناتُ موجهةً بمتغيراتٍ خفيةٍ، فإنَّ إحصائياتِ ما مرَّ منها عبرَ الأعمدةِ ستكونُ مختلفةً. لكنَّه لم يتمكَّنْ من التوصلِ إلى أيٍّ مِن متغيراتِ آينشتاين الخفيةِ. وإذا كانتْ موجودةً، فإنها لن تكونَ قريبةً بما فيه الكفايةُ من بعضِها لتعبِّرَ عن حالَتِها بسرعةِ الضوءِ، ولن تُوجَدَ إلا على نطاقٍ أكبرَ بكثيرٍ، وهو الأمرُ الذي سيكونُ «تصرفًا مخيفًا عن بُعد».

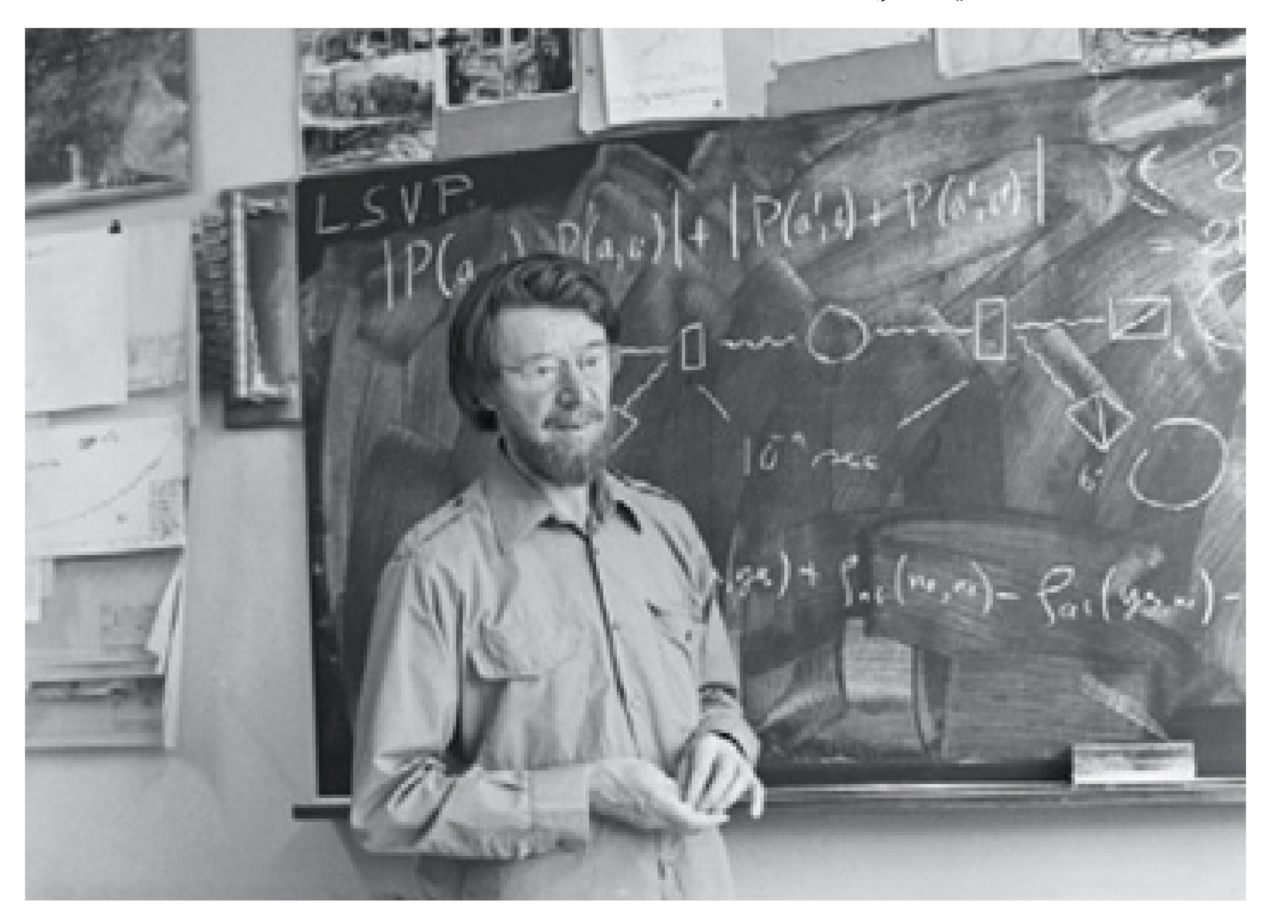
على الرغمِ مِن بساطةِ الأمرِ، فقدِ استغرقَ العلماءُ ستَّ سنواتٍ أخرى ليُصَمِّموا التجربةَ الفعليةَ، التي أُجريت مرارًا وتكرارًا منذُ ذلك الحينِ. وفي كلِّ مرةٍ، تتصرَّفُ الفوتوناتُ على النحوِ الذي تخيَّلَهُ **جون ستيوارت** بِل بالضبطِ، وهو ما يُثبت حسابيًّا وتجريبيًّا أنه لا مجالَ لوجودِ متغيراتٍ خفيةٍ، وأنَّ أكثرَ ما كان يَخشاهُ **آينشتاين** حقيقيٌّ؛ أننا دَخَلْنا مجالاً يتجاوَزُ نطاقَ الفيزياءِ الكلاسيكيةِ، حيثُ يُوجَدُ فوتون واحدٌ في مكانَيْن في الوقتِ نفسِهِ، وحيثُ تستجيبُ الجسيماتُ الأوليةُ الْمُكَوِّنةُ لكلِّ شيءٍ -بما في ذلكَ البشرُ- لأحداثٍ لا يُمكِنُ أن تكونَ على علمٍ بها. ففي واقعِ الكونِ الكميِّ الخارجِ عن القانونِ، ما من حقيقةٍ موضوعيةٍ.



الكونُ الكميُّ الغريبُ لا يُوجَدُ خارِجَنا فحسبُ، حيثُ تجذِبُه بقوةٍ أقمارٌ لم تُكتشَفْ بعدُ، وإنما هو موجودٌ داخِلَنا أيضًا حيثُ يمارسُ سحرَهُ المستعصيَ على الفهمِ على كلِّ مستوًى من مستوياتِ حياتِنا وتجارِبنا.

فلْتحدِّقْ في أيِّ شيءٍ على الإطلاقِ، سواءٌ أكانَتْ صفحةً من هذا الكتابِ، أم كلبًا، أَمْ قمرًا. أيًّا كان ما ستُحَدِّقُ فيه، فإنه سيُرسِلُ صورةً يكوِّنُها الضوءُ إلى عَيْنَيْكَ، وتصلُ هذه الصورةُ إلى

شَبَكِيةِ عَيْنَيْك في هذه اللحظةِ تحديدًا. تتغيَّر الخلايا في الشبكيةِ كيميائيًّا في الحالِ لأنَّ هذا الشيءَ الذي تنظرُ إليه يحفِّزُ بعضًا منها باستخدامِ الفوتوناتِ. وتُخزن الشبكيةُ هذهِ التغييراتِ لنحوِ أربعةِ أخماسٍ مِن الثانيةِ. وتَمْحُوها الآنَ استعدادًا للوابلِ التالي من الفوتوناتِ. لا ترصدُ شبكيةُ عَيْنِكَ كلَّ هذه الفوتوناتِ؛ فليس بإمكانِها فعلُ ذلكَ، وإنما تلتقِطُ فقط نسبةً صغيرةً من الفوتوناتِ التي تصادِفُك. ومن المستحيلِ التنبؤُ بالخليةِ المحددةِ في شبكيةِ عَيْنِكَ التي ستلتقِطُ أيَّ فوتون. فحتى عندما يتعلَّق الأمرُ بشيءٍ مُهِمٍّ مثلِ الرؤيةِ، فإن كلَّ ما لدينا هو احتمالاتٌ. لكنْ هل من

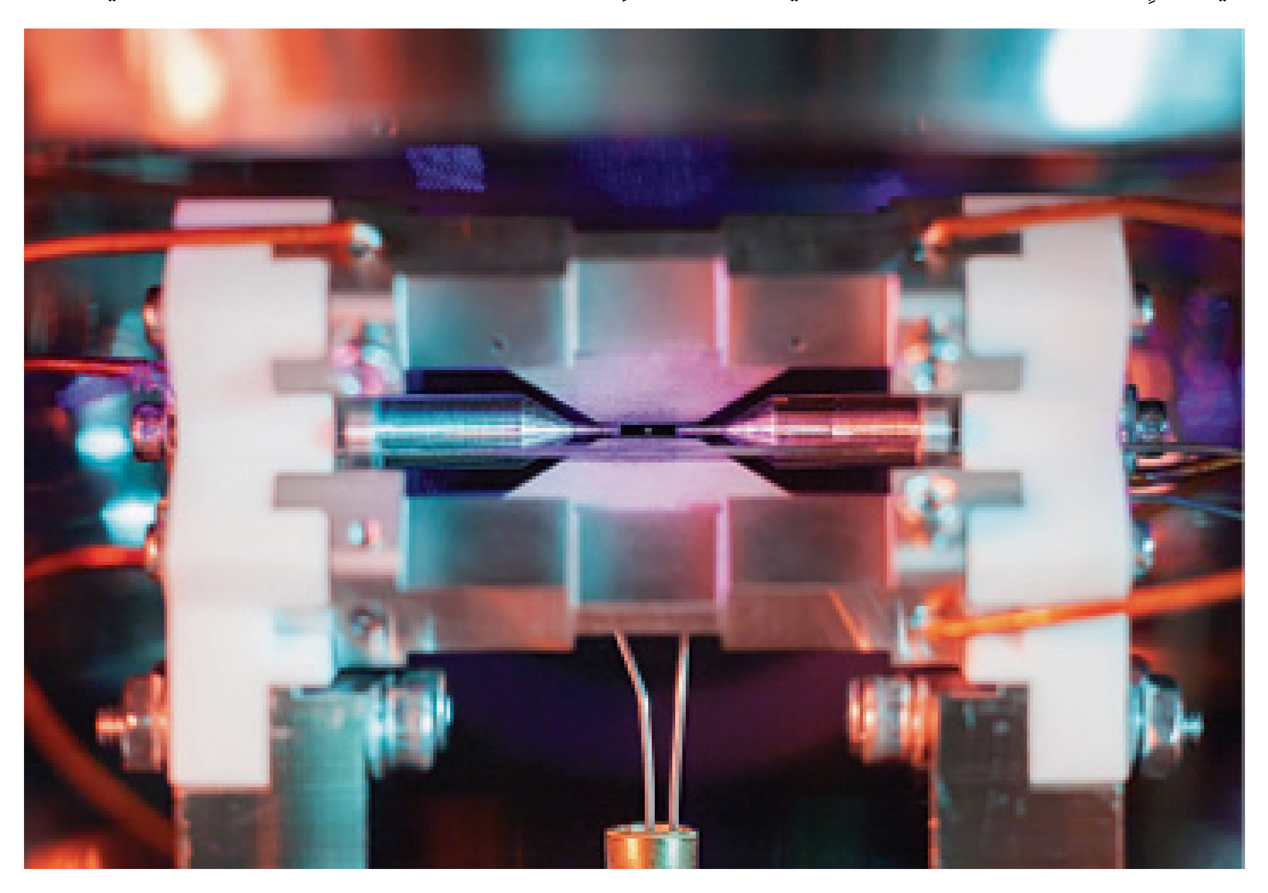


جون ستيوارت بِل، الرجلُ الذي نَجَحَ فيما فَشِلَ فيه آينشتاين. كان رفضُ بِل لوجودِ صفحةٍ فارغةٍ في كتابِ الطبيعةِ هو ما قادَهُ إلى إحداثِ ثورةٍ تكنولوجيةٍ كميةٍ.

يَقِينٍ حقًّا؟ إذا كانَ كلُّ شيءٍ -بما في ذلكَ رؤيتُنا- تَحْكُمُه الاحتمالاتُ، فهل يمكنُ أن تُوجَدَ أيُّ حقيقةٍ مطلقةٍ؟

هل ثمةَ أيُّ أملٍ في إنقاذِ فكرتِنا الكلاسيكيةِ عن الواقعِ في الكونِ الكميِّ؟ لقد تَوَصَّلَ العلماءُ إلى طريقةٍ للحفاظِ على فَهْمِنا التقليديِّ للسببِ والنتيجةِ، وهي ما يُسمَّى تفسيرَ العوالمِ المتعددةِ. ولا يُمكنُنا أن نُسَمِّيَها فرضيةً؛ لأنه لا يُمكِنُ اختبارُها علميًّا (حتى الآن)، لكنها تَنُصُّ على أنَّ كلَّ احتمالٍ ممكنٍ حدوثه يحدُثُ بالفعلِ في كونٍ موازٍ محظورٍ علينا الوصولُ إليه. فيُوجَدُ عددٌ لا نهائيٌّ مِن صورِ الواقعِ المتفرعةِ التي تَتكَشَّفُ عندَ كلِّ منعطفٍ ممكنٍ.

أم أنَّ الاحتمالَ وَهْمٌ في حدِّ ذَاتِهِ، طيفٌ مِن صنعِ جَهْلِنا؟ يكونُ الاحتمالُ وهمًا إذا كُنَّا نعيشُ في كونٍ قُدِّرَ فيه كلُّ حدثٍ بالفعلِ في بدايةِ الزمانِ، وهو ما يُطلَقُ عليه الحتميةُ الفائقةُ. ففي



نقطةٌ زرقاءُ باهتةٌ أخرَى: ذرةُ سترونشيوم واحدةٌ ذاتُ شحنةٍ موجبةٍ محصورةٍ بين قطبَيْنِ كهربائِيَّيْنِ. ويمكنُ رؤيةُ هذهِ الذرةِ، التي يَبْلُغُ عَرْضُها 215 جزءًا من المليارِ مِن المليمترِ؛ لأنها امْتَصَّتْ ضوءَ الليزرِ وأعادَتْ إشعاعَهُ.

كونٍ خاضعٍ للحتميةِ الفائقةِ، تم تحديدُ كلِّ حدثٍ بصرف النظرِ عن مَدَى كِبَرِهِ أو صِغَرِهِ - مثلَ النومِ، أو عطسةٍ، أو تلقيحِ نحلةٍ معينةٍ لزهرةٍ محددةٍ، أو قراءتِك لهذا الكتابِ في هذهِ اللحظةِ - تحديدًا صارمًا في لحظةِ ميلادِ الكونِ، عندما كانَ لا يتجاوزُ في حجمِه كرةً صغيرةً. فلتفكرْ في الأمرِ، كلُّ هذه الأحداثِ - وترليوناتٌ غيرُها - محفورةٌ في احتماليةِ اللحظةِ الأولى لنشأةِ الكونِ. ونظرًا لأنَّنا مكونونَ من الجسيماتِ الأوليةِ نفسِها التي يتكوَّنُ منها كلُّ شيءٍ آخرَ في الكونِ، فإننا نخضَعُ للقوانينِ نفسِها التي تحكُمُ الكونَ الكميَّ.

للحتميةِ الفائقةِ ميزةٌ إضافيةٌ؛ فيمكنُها تفسيرُ غموضِ التشابكِ، أي قدرةِ الجسيماتِ المتشابكةِ على التواصلِ عبرَ مسافاتٍ شاسعةٍ، وهو ما يخترِقُ - حَسْبما يبدُو- حدَّ سرعةِ الضوءِ. ففي كونٍ خاضعٍ للحتميةِ الفائقةِ، لا يحتاجُ الشركاءُ المتشابكونَ، الذين تَفْصِلُهُم مجراتٌ كاملةٌ، إلى الاستماعِ لبعضِهم من أجلِ تغييرِ دورانِهم. فمقدَّرٌ لهم دائمًا فعلُ ذلكَ في تلكَ اللحظةِ تحديدًا، وكذلكَ حالُ شركائِهم، والدخيلِ الذي يَقْطَعُ الرابطةَ بينهما بملاحظتِهِ أيًّا منهما. فكلُّ شيءٍ يحدُثُ الآنَ وفي اللحظةِ التاليةِ محتومٌ.



الخبرُ الجيدُ هو أنَّ الحتميةَ الفائقةَ تقدِّمُ لنا حلاًّ للغزِ التشابكِ. والخبرُ السيِّئُ هو أنها تُجَرِّدُنا على ما يبدو من كلِّ فاعليةٍ، وأيِّ قدرةٍ على اتخاذِ القراراتِ وتشكيلِ مساراتِنا. فإذا كنا نعيشُ في كونٍ خاضعٍ للحتميةِ الفائقةِ، فنحنُ نقومُ بالحركاتِ المحددةِ لنا فحسبُ، وننفِّذُ نصًّا كُتِب لنا منذُ نحوِ 14 مليارَ سنةٍ، مُحَدِّثين أنفسَنا طوالَ الوقتِ عن مدَى براعَتِنا في ذلكَ الجدالِ، أو مدَى أنانِيَّتِنا، أو شجاعتِنا، ونتمنَّى لو كانَ بإمكانِنا تغييرُ هذه الخاصيةِ أو تلكَ في شخصياتِنا. في كونٍ يَخْلو من الإرادةِ الحرةِ، لسنا أكثرَ من روبوتاتٍ خاضعةٍ للحتميةِ.

لكننا على الأقلِّ بَرَعْنا في التوصلِ إلى وسيلةٍ للاستفادةِ من أوجهِ عدمِ اليقينِ، وصياغةِ تقنياتٍ جديدةٍ بناءً على فَهْمِنا القاصرِ. لقد صَنَعْنا ساعةً كَمِّيةً، وهي ساعةٌ لا نُضطر أبدًا إلى تعبئتِها.

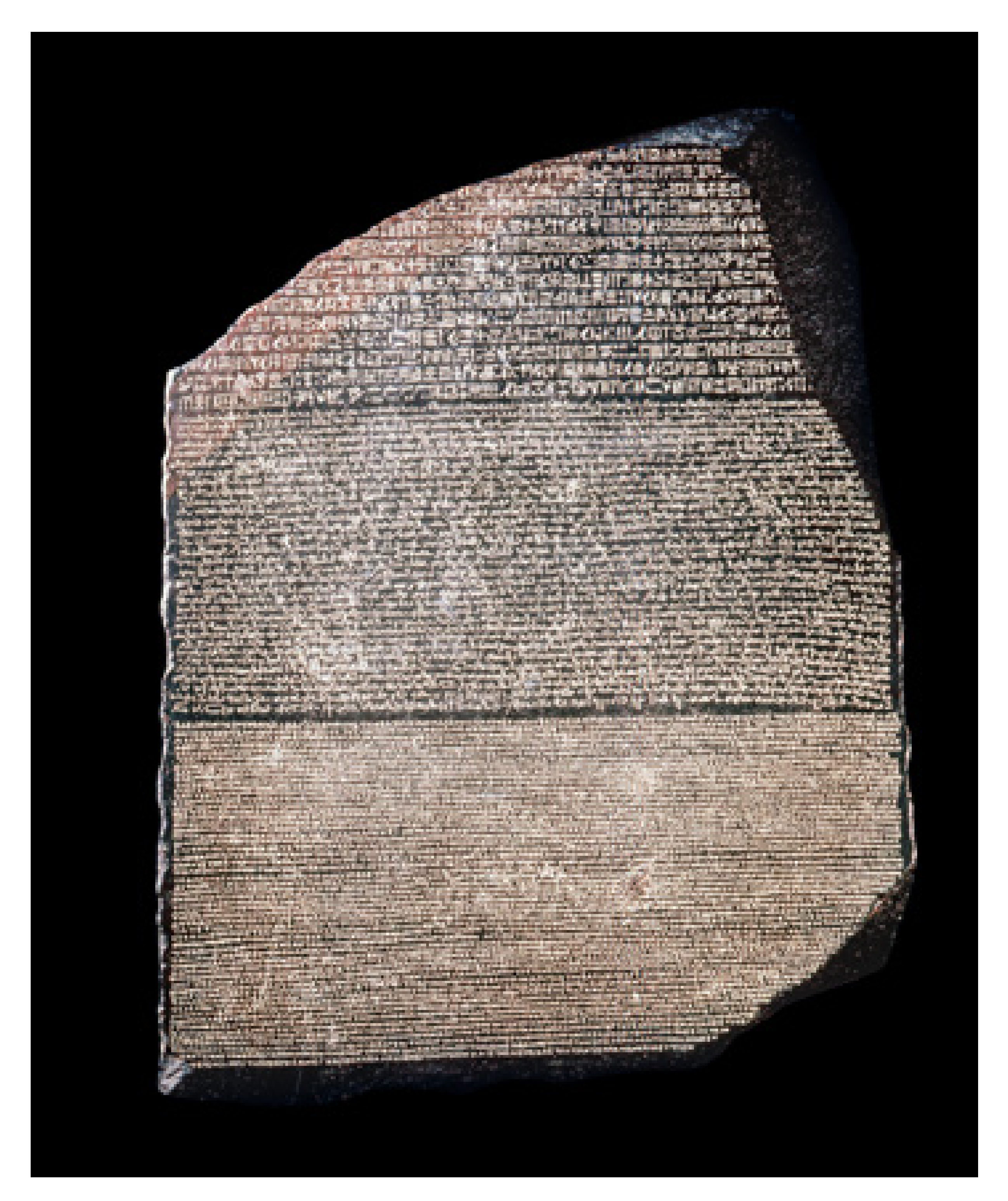
فلنْ تتقدمَ سوى ثانيةٍ واحدةٍ فقط في خمسةَ عَشَرَ مليارَ سنةٍ تاليةٍ. وهذا أكثرُ من كلِّ الوقتِ الذي مضَى منذُ نشأةِ الكونِ.

على حدِّ معرفتِنا، قد نكونُ مجردَ مجموعاتٍ من الجسيماتِ المبرمجةِ مسبقًا في كونٍ حتميٍّ. لكنْ دَعُونَا لا نعيشُ كما لو كنَّا كذلكَ. كما أننا لا نستطيعُ معرفةَ ما إذا كانَ ذلكَ حقيقيًّا أم لا. وإذا فَكَّرنا في الأمرِ، فسنجدُ - إلى حدٍّ ما - أنَّ حريتَنَا في استكشافِ الواقعِ الكميِّ تبدأُ بتوماس يونج. ونتذكَّر هنا أنَّ يونج هو مَن اكتشفَ أيضًا سرَّ فكِّ رموزِ اللغةِ المفقودةِ للمصريينَ القدماءِ. وكان أولَ مَنْ أدركَ أنَّ الرموزَ الهيروغليفيةَ تُعَبِّرُ عن أصواتٍ، لا مجردَ أفكارٍ. وقد توصَّلَ إلى ذلكَ عن طريقِ دراسةِ حجرِ رشيدٍ، وهو مرسومٌ ملكـيٌّ يَرْجِعُ إلى القرنِ الثاني قبلَ الميلادِ ومحفورٌ عليه بثلاثِ لغاتٍ، إحداها اللغةُ الإغريقيةُ القديمةُ، وهي لغةٌ كان يَعْرِفُها.

قادَنا بحثُ يونج إلى التشفيرِ الكميِّ، وهو طريقةٌ لإنتاجِ رموزٍ تختفي بمجردِ محاولةِ أحدٍ اختراقَها. ويمكنُ إرسالُ مفتاحِ فكِّ الرمزِ عبرَ فوتوناتٍ متشابكةٍ. وتأثيرُ الملاحِظ هو ضَمَانُنا بأنه ما مِن جاسوسٍ يُمكنُه فكُّ رموزِ الرسالةِ دونَ التسببِ في فكِّ التشابكِ، وهو ما يجعلُ الرسالةَ غيرَ مفهومةٍ.

ما زِلْنَا لا نعرفُ كيفَ يُمكن للفوتونِ أن يكونَ جسيمًا وموجةً في الوقتِ نفسِهِ. ما أُحِبُّهُ في العلمِ هو أنـَّه يتطلَّبُ منا تقبُّلاً للغموضِ، وتعايشًا في تواضعٍ بشأنِ جَهلِنا، مع إرجاءِ إصدارِ الأحكامِ إلى حينِ الوصولِ إلى أدلةٍ. ويجبُ ألا يَمْنَعَنَا ذلكَ من استخدامِ القدرِ القليلِ من المعرفةِ التي لَدَيْنَا للبحثِ عن لغاتٍ جديدةٍ للواقعِ وفكِّ تشفيرِها.

في هذا الكونِ الفسيحِ، نحنُ سكانُ الأرضِ المسطحةِ في روايةِ إدوين أبوت. والعلمُ هو نِضَالُنا من أجلِ تخيلِ «الأعلَى» ثم العثورِ عليه.



استُخدِم حجرُ رشيد، الذي نُقِشَ عليه مراسيمُ بثلاثِ لغاتٍ منها الهيروغليفيةُ، لفكِّ رموزِ اللغةِ المصريةِ القديمةِ المكتوبةِ.



مراقبون عسكريون يُشاهدون تفجيرًا في عامٍ 1958 مع عودةِ الجيشِ الأمريكـيِّ إلى الجزرِ المرجانيةِ بالمحيطِ الهادئِ للقيامِ باختبارٍ نوويٍّ في الغلافِ الجويِّ

| الفصلُ العاشرُ |

قصةُ ذرتَيْنِ

مع اقترابِنَا من بلدةِ سان بيير، كانَ بإمكانِنا رؤيةُ اللهبِ الأحمرِ المتأجّجِ الذي تَصَاعَدَ من الجبلِ بكمياتٍ ضخمةٍ واندفعَ عاليًا في السماءِ ... اندلعَ انفجارٌ هائلٌ الساعةَ 7:45 تقريبًا، بعدَ دخولِنا بفترةٍ وجيزةٍ. انفجرَ الجبلُ متحوّلاً إلى حطامٍ... كانَ الأمرُ أشبهَ بإعصارٍ مِن النيرانِ.

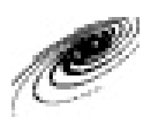
- أحدُ أفرادِ طاقمِ السفينةِ رورايما الراسيةِ في بلدةِ سان بيير بجزيرة مارتينيك في أثناءِ انفجارِ البركانِ مونت بيليه عام 1902

الفيزيائيُّ هو وسيلةُ الذرةِ لمعرفةِ الذراتِ الأخرى.

- جورج والد، مقدمةُ كتابِ «ملاءمة البيئة» للورنس جوزيف هندرسون، طبعة 1958



لَعِبَتِ النارُ - تلكَ القوةُ الخلاَّقة والهدَّامةُ والمذهلةُ والمروعةُ - دورًا محوريًّا في تطورِ الثقافةِ البشريةِ.

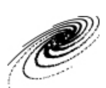


تُخَزِّنُ مملكةُ المادةِ كنوزَها في عدةِ مستوياتٍ. حتى وقتٍ قريبٍ، اعتقدْنا أنه لا يُوجَدُ سوَى مستوَى واحدٍ، ولم تكنْ لديْنا أدنَى فكرةٍ عَن وجودِ مستوياتٍ أخرَى.

عندما نُشعِلُ عودَ ثقابٍ، يُحَرِّرُ تفاعلٌ كيميائيٌّ الطاقةَ المخزنةَ في الجزيئاتِ. فتتحطَّمُ الروابطُ الكيميائيةُ القديمةُ، وتتشكَّلُ روابطُ جديدةٌ. وتبدأُ الجزيئاتُ المتجاورةُ في التحركِ بسرعةٍ أكبرَ، وترتفِعُ درجةُ الحرارةِ. وسرعانَ ما تُصبِحُ العمليةُ ذاتيةَ الانتشارِ؛ أي تتحوَّلُ إلى نوعٍ مِن التفاعلِ التسلسُليِّ. ظلتِ الطاقةُ الممثلةُ في شعلةٍ حبيسةً - ربما لسنواتٍ عديدةٍ - في روابطَ كيميائيةٍ بينَ الذراتِ تساهمُ في تكوينِها الإلكتروناتُ التي تدورُ حولَ مراكزِ هذه الذراتِ. وعندما نُشعِلُ النارَ، نُطلِقُ هذه الطاقةَ الكيميائيةَ الخفيةَ. لكنْ ثمةَ مستوًى أعمقُ من المادةِ يحتوِي على نوعٍ آخرَ مِن الطاقةِ المدفونةِ داخلَ الذرةِ. ويوجدُ مستوًى آخرُ - أكثرُ عمقًا - داخلَ مركزِ الذرةِ؛ وهو نواتُها.

تكوَّنَ هذا الكنزُ الخفيُّ قبلَ تكوُّنِ الأرضِ بفترةٍ طويلةٍ؛ أي قبلَ ملياراتِ السنينَ في أفرانٍ نجميةٍ بعيدةٍ، وفي ذلكَ العالمِ الصغيرِ يُمكِنُ العثورُ على أسرارِ الحياةِ. وماذا عن المستقبلِ البشريِّ؟ سيتحدَّدُ هذا المستقبلُ أيضًا على مستوى الذراتِ والنَّوى. وفي كلِّ الأحوالِ، سيكونُ العلمُ هو العاملَ الجوهريَّ.

ما هي الذرةُ؟ ومِمَّ تتكوَّنُ؟ وكيفَ تَرتبِطُ الذراتُ ببعضِها؟ وكيفَ يُمكِنُ لشيءٍ بصغرِ حجمِ الذرةِ أن يحتويَ على كلِّ هذه الطاقةِ؟ من أينَ تأتي الذراتُ؟ الإجابةُ هي: من المكانِ نفسِهِ الذي جاءَ منه البشرُ. عندما نَسْعَى إلى معرفةِ أصلِ الذراتِ، فإننا نبحَثُ عن نشأتنا كبشرٍ. وهذا المَسْعى يأخذُنا إلى أعماقِ الزمانِ والمكانِ، وأودُّ هنا أن أَرْوِيَ عليكم قصةَ ذرتَيْنِ.



في قديمِ الزمانِ، قبلَ نشأةِ الأرضِ، كانَ هناكَ خيطٌ رفيعٌ مِن غازٍ رقيقٍ باردٍ. وكانَ مكوَّنًا من أبسطِ ذرتَيْنِ: الهيدروجين والهيليوم. وكانتْ هاتانِ الذرتانِ منجذبتَيْنِ لبعضِهما بفعلِ الجاذبيةِ، فتَجَمَّعَتَا معًا في سُحُبٍ قامتْ بمرورِ الوقتِ بالدورانِ والتسطحِ والتقلصِ.

قاربتِ الجاذبيةُ أكثرَ بين تلكَ السحبِ، وهو ما تسبَّبَ في دَفْعِ الذراتِ الموجودةِ في الجزءِ الداخليِّ منها إلى التحركِ على نحوٍ أسرعَ حتى انهارَتِ السحابةُ بأكملِها على نفسِها. ورفعَ هذا الانهيارُ درجةَ الحرارةِ بدرجةٍ هائلةٍ، لدرجةِ أنَّ السحابةَ صارتْ مفاعلَ اندماجٍ طبيعيًّا. والتقَتِ الذراتُ، التي تعمَلُ وفقًا لقوانينِ الفيزياءِ، واندمجَتْ في الظلامِ الدامسِ. وظهَرَ، بعدَ ذلكَ ضوءٌ. بعبارةٍ أخرى، وُلِدَ نجمٌ.

في ذلك الزَّبَدِ من الجسيماتِ الأوليةِ، تكوَّنَتْ نواةُ إحدى الذرتَيْنِ، وهي ذرةُ الهيليوم. وبعدَ ملياراتِ السنينَ، كانَ النجمُ -الذي صارَ عجوزًا بحلولِ ذلكَ الوقتِ- قد حوَّلَ كلَّ وقودِهِ المتاحِ من الهيدروجينِ إلى هيليوم. ومعَ اقترابِهِ من الموتِ، واصلَ الانهيارَ الداخليَّ الذي مارسَهُ في بدايةِ نشأتِهِ. وانضمَّتْ ذرةُ الهيليوم لذرتَيْنِ أُخْرَيَيْنِ ليُصْبِحُوا إحدى الذراتِ المحوريةِ في حَيَاتِنا، ألا وهي ذرةُ الكربونِ.

في تلكَ الأثناءِ، في بقعةٍ أخرى من مجرةِ دربِ التبانةِ، كانتْ عملياتٌ مماثلةٌ تحدُثُ مع ميلادِ نجومٍ وموتِها. والذرةُ الأخرَى في قصتِنا تكوَّنَتْ أيضًا في قلبِ نجمٍ محتضرٍ. فعندَ تحولِ النجمِ

إلى مشتعلٍ أعظمَ، اندمجَ 226 بروتونًا ونيوترونًا مع ذرةِ كربونٍ، وهو ما أدَّى إلى تحويلِها إلى ذرةِ يورانيوم. وجابَتِ الذرتانِ أنحاءَ العالمِ الفسيحِ في مجرةِ دربِ التبانةِ.

رحلتْ ذرةُ الكربونِ بعيدًا لتصبحَ جزءًا من كوكبٍ صغيرٍ. وبعدَ ملياراتِ السنينَ، انضمَّتْ إلى جزيءٍ مُعَقَّدٍ للغايةِ يتمتَّع بالخاصيةِ المميَّزةِ المتمثلةِ في صنعِ نُسخٍ متطابقةٍ تقريبًا من نفسِه، وهذا هو الجزيءُ المهمُّ المانحُ للحياةِ الذي نُطلِقُ عليه اسمَ حمضِ الديوكسي ريبونيوكليك، أو الدي إن إيه. (DNA). وبهذهِ الطريقةِ، لَعِبَت تلكَ الذرةُ الواحدةُ من الكربونِ دورَها البسيطَ في نشأةِ الحياةِ، وأصبحَتْ جزءًا من كائنٍ أحاديِّ الخليةِ في قاعِ البحارِ، وبمرورِ الوقتِ صارتْ مُكَوِّنًا



هذا ما يحدثُ عندما نُشعل عودَ ثقابٍ على نطاقٍ صغيرٍ للغايةِ. فهذه هي النارُ على المُستوى الجُزَيئيّ، وتُوضّحُ تفاعلاً كيميائيًّا جامحًا سريعًا. ومع تكسُّرِ الروابطِ الذريةِ الموجودةِ وتكوُّنِ روابطَ جديدةٍ، يَصدُرُ فيضٌ من الطاقةِ في صورةِ ضوءٍ وحرارةٍ.

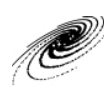
دقيقًا لحرشفةٍ متعددةِ الألوانِ في سمكةٍ قديمةٍ، وبُرْثُنِ كائنٍ برمائيٍّ؛ وبذلكَ خرجتْ منَ المحيطِ إلى اليابسةِ. وعلى مدى كلِّ تجسداتِ ذرةِ الكربونِ، لم يَكُنْ لديها وعيٌ ذاتيٌّ، ولا إرادةٌ حرةٌ؛ وإنما كانتْ مجردَ ترسٍ صغيرٍ للغايةِ في آلةٍ كونيةٍ ضخمةٍ تعمَلُ وفقَ قوانينِ الطبيعةِ.

ماذا عن الذرةِ الأخرَى؛ ذرةِ اليورانيوم التي تكوَّنَتْ في المستعرِ الأعظمِ، ماذا كان مصيرُها؟ لقد وُلِد عالمُنا في النارِ، وبصورةٍ ما، انجذبَتْ تلكَ الذرةُ الصغيرةُ إليه. لعلَّها حُمِلتْ في الموجةِ

التصادميةِ لانفجارٍ مشتعلٍ أعظمَ، أو ربما جَذَبَتْها جاذبيةُ شمسِنا. وهبطَتْ نحوَ السطحِ البركانيِّ للأرضِ الناشئةِ، وجُذِبتْ إلى أعماقٍ أكبرَ نحوَ الداخلِ.

بمرورِ الوقتِ، بَرَدَ سطحُ الأرضِ، لكنَّ باطنَها ظلَّ عبارةً عن صخورٍ ومعادنَ منصهرةٍ. ودارتِ المكوناتُ المنصهرةُ ببطءٍ، ووجدتْ ذرةُ اليورانيوم نفسَها محمولةً - عبرَ العصورِ - من أعماقِ باطنِ الأرضِ إلى سطحِها مرةً أخرى. وعلى الرغمِ مِنِ ارتفاعِ درجاتِ الحرارةِ والضغطِ في أعماقِ باطنِ الأرضِ، لم تتعرَّضْ سلامةُ ذرةِ اليورانيوم للتهديدِ مطلقًا. فالذراتُ تتسمُ بكونِها صغيرةً وعتيقةً وصُلبةً ومُعَمَّرةً. ومنذُ عدةِ ملايينَ من السنينَ، صارتْ ذرةُ اليورانيوم جزءًا من إحدَى الصُّخورِ على سطحِ الأرضِ. وبمرورِ الوقتِ، غاصَتْ تلكَ الصخرةُ إلى داخلِ الأرضِ ونمَتْ غابةٌ مِن شجرِ الصنوبرِ الطويلِ فَوْقَها. كلُّ شيءٍ مُكوَّنٌ مِن ذراتٍ، بما في ذلك الإنسانُ، لكن ما من أحدٍ عَلِم بشأنِ النشاطِ المحمومِ داخلَ الذراتِ إلا في السنواتِ الأخيرةِ مِنَ القرنِ التاسعَ عَشَرَ.

أوشكتْ ذَرَّتَا قصتِنا القادمتانِ من طرفَيْنِ مُتقابلَيْنِ من مجرةِ دربِ التبانةِ على الالتقاءِ أخيرًا.



حَدَثَ ذلكَ فِي باريس؛ في صباحِ أحدِ أيامِ عامِ 1898، اتجهتْ عربةٌ تَجُرُّها الخيولُ وتحمِلُ جوالاتٍ من القماشِ بها صخورٌ (مِن بينِها ذرةُ اليورانيوم بطلةُ قصتِنا، وسطَ التريليوناتِ مِن الذراتِ الأخرى). اتجهت العربةُ من مكانٍ يُعرَف الآنَ بجمهوريةِ التشيك في أوروبا الشرقيةِ إلى شارعِ لوموند في فرنسا وتوقفَتْ أمامَ سقيفةٍ متداعيةٍ كانتْ تُستخدَم مخزنًا للجثثِ في كليةِ الطبِّ المجاورةِ.

كانتْ تنتظرُ داخلَ السقيفةِ عالمةٌ غَيَّرَتْ فهمَنا للمادةِ، وهي ماري كوري البالغةُ من العمرِ آنذاكَ 31 عامًا. كانت ذرةُ الكربونِ في قصتِنا جزءًا من شبكيةِ عينِها. ابتهجتْ ماري على نحوٍ

غريبٍ عندما رأتِ الجوالاتِ الممتلئةَ المتسخةَ، كانَ ذلكَ بعدَ بضعةِ أعوامٍ فقط من اكتشافِ الأشعةِ السينيةِ X-Ray. أرادتْ ماري - وزميلُها وزوجُها بيير - معرفةَ كيفَ يُمكِنُ لجزءٍ مِن المادةِ أنْ يمكِّننَا مِن الرؤيةِ عبرَ الجلدِ، بل عبرَ الجدرانِ أيضًا. كانا يعلمانِ أنَّ تلك الصخورَ تحتوي على البتشبلند، الذي يُعرَفُ الآنَ باسمِ اليورانينيت، وهو ما منحَ المادةَ تلكَ القوَى الخارقةَ. عندما قَطَعَتْ ماري حبالَ الجوالِ القماشيِّ السميكِ، كانتِ الصخورُ البنيةُ الباهتةُ لا تزالُ ممزوجةً بإبرِ الصنوبرِ العطرةِ. وصار أَمَامَهما الآنَ المهمةُ الشاقةُ للغايةِ لاستخلاصِ البتشبلند من جوالاتِ الصخورِ الكبيرةِ. وكان عملاً مستنزِفًا للوقتِ والجهدِ. وكتبتْ ماري لاحقًا في وصفِها له: «لقد عِشْنا لأداءِ تلكَ المهمةِ الوحيدةِ كما لو كُنا في حلمٍ». عَمِلت ماري وزوجُها في ظلِّ ظروفٍ صعبةٍ لتنقيةِ الخامِ المعدنيِّ واستخراجِ البتشبلند، الذي كانتْ نسبةُ اليورانيوم فيه تتراوحُ بين 50 و 80 في المائةِ. خَزَّنَا البتشبلند في قواريرِ المختبراتِ على أرففٍ بحوائطِ سَقِيفَتِهما. وكان ذلكَ إنجازًا كبيرًا، لكن ماري وبيير كانا يبحثانِ عن شيءٍ أكثرَ ندرةً بكثيرٍ. فلقد قَضَيا ثلاثَ سنواتٍ لمعالجةِ أطنانٍ مِن الخامِ المعدنيِّ لاستخلاصِ جزءٍ من الجرامِ فقطْ من مادةٍ أَسْمَتْها ماري الراديوم.

أَجْرَيَا تجاربَ على ذلكَ العنصرِ العزيزِ عليهما - الراديوم - وفُوجِئَا باكتشافِهما أنه لا يتأثرُ إطلاقًا بدرجاتِ الحرارةِ القصْوَى. وكان ذلكَ غريبًا؛ فمعظمُ الأشياءِ التي تَتَعَرَّضُ لحرارةٍ شديدةٍ تتغيَّرُ تغيُّرًا هائلاً. وكان ثمةَ أمرٌ آخرُ أيضًا؛ فقد كانَ الراديوم يُصدِرُ حرارةً بصورةٍ تلقائيةٍ، لا مِن خلالِ تفاعلاتٍ كيميائيةٍ، وإنما مِن خلالِ آليةٍ غيرِ معلومةٍ. وأطلقتْ **ماري كوري** على هذهِ الظاهرةِ الجديدةِ: «النشاطُ الإشعاعيّ». وتوصَّلَت في حساباتِها - بالتعاونِ مع بيير - إلى أن الطاقةَ التي تدفَّقَت تلقائيًّا من كتلةٍ من الراديوم كانت أكبرَ بكثيرٍ من الطاقةِ الصادرةِ عن حرقِ كميةٍ مماثلةٍ من الفحمِ. فالنشاطُ الإشعاعيُّ أدهشهما بكونِهِ أقوى مليونَ مرةٍ من الطاقةِ الكيميائيةِ.

ولم تفهَمْ ماري وزوجُها ذلك النشاطَ بصورةٍ كاملةٍ آنذاك، لكنه كانَ الفرقَ بين تحريرِ الطاقةِ الكامنةِ في الجزيئاتِ وتحريرِ الطاقةِ الأكبرِ بكثيرٍ المخزنةِ على بعدِ أعماقٍ أكبرَ.

امتلأتِ الأقداحُ والقِنّيناتُ- التي اصطفتْ على أرففِ السقيفةِ- بالبتشبلند. وكتبتْ ماري عن ليلةٍ قرَّرَا فيها الذهابَ إلى السقيفةِ بعدَ العشاءِ، فوجدا كلَّ إناءٍ مِن تلكَ الآنيةِ متوهجًا بوميضٍ فسفوريٍّ برَّاق. وعندَ دخولِهما السقيفةَ، وضعتْ ماري يَدَها على ذراعِ بيير لتثنِيه عن إضاءةِ مصباحِ الغازِ. كانتِ الأرففُ تتوهجُ في مظهرٍ ساحرٍ؛ كلُّ زجاجةٍ، وكلُّ قارورةٍ، وكلُّ أنبوبٍ كان متوهجًا بضوءٍ مائلٍ إلى الزرقةِ ذي وميضٍ فسفوريٍّ برَّاقٍ. وكتبتْ ماري بعدَ سنواتٍ: «كانتْ تلكَ الأنابيبُ المتألقةُ في تلكَ السقيفةِ البائسةِ المتداعيةِ أشبهَ بنجومٍ أرضيةٍ».

توصلتْ ماري إلى الاستنتاجِ الصحيحِ بأنَّ ذلك التوهجَ كان السببُ فيه شيئًا يحدُثُ داخلَ الذراتِ المشعةِ. على مدى آلافِ السنينَ، كان يُعتقَدُ أنَّ الذراتِ غيرُ قابلةٍ للانقسامِ، وذلك ما تَعنيه حرفيًّا تلكَ الكلمةُ الإغريقيةُ التي اشتُقت من كلمةِ atom في اللغةِ الإنجليزيةِ «غير قابلةٍ للانقسامِ». كما كان يُعتقدُ أن الذراتِ هي أصغرُ وحداتٍ ممكنةٍ للمادةِ. إلا أن نجومَ كوري الأرضيةَ كانتْ دليلاً على أنَّ الذرةَ عالمٌ يَشهَدُ نشاطًا للمادةِ لم يُرَ مِن قبلُ على المسرحِ الذي لم يَعْلَمْ أحدٌ



عَمِلت ماري كوري - في مختبرِها في باريس - مع زوجِها بيير ثم وحدَها على مدى سنواتٍ بعد وفاتِه، مستكشفةً طبيعةَ اليورانيوم والنشاطِ الإشعاعيّ.

بوجودِهِ. وأثبتتْ كوري أنَّ تلكَ الذراتِ لا يُمكن أن تتأثَّرَ بالتفاعلاتِ الكيميائيةِ، ولكنْ بسبْرِ أغوارِها سنكونُ بحاجةٍ إلى استراتيجياتٍ وقوانينَ طبيعةٍ وتقنياتٍ جديدةٍ.

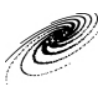
بعدَ مرورِ أكثرَ مِن قرنٍ، لا تزالُ المفكّراتُ وكتبُ الطهيِ الخاصةُ بماري كوري تتوهَّجُ بالنشاطِ الإشعاعيِّ الذي اكتشفَتْه. في عامِ 1906، تُوفي بيير على الفورِ عندما دَهَسَتْه عربةٌ تجرُّها الخيولُ وهو في سنِّ السادسةِ والأربعينَ. وعاشت ماري وعَمِلت بعدَ وفاتِهِ لمدة 28 عامًا، لتُتوفى وهي في عمرِ السادسةِ والستينَ نتيجةَ مرضِ فقرِ الدمِ اللاتنسجيِّ الذي يُفترَض أنه أصابَهَا بسببِ تعرضِها الدائمِ للإشعاعِ.

إنَّ ماري - التي كانتْ مقتنعةً بقيمةِ الراديوم للطبِّ والصناعةِ - لم تُقِرَّ أبدًا بالجوانبِ الخطيرةِ لتلكَ الهديةِ التي مَنَحَتْها للعالمِ. بيدَ أنه لم يمرَّ وقتٌ طويلٌ حتى طرأَتِ الآثارُ الخطيرةُ للراديوم على ذهنِ الكاتبِ ذي الرؤيةِ الاستشرافيةِ، هربرت جورج ويلز. كانَ ويلز عبقريًّا في تحويلِ التجلياتِ الجديدةِ للعلمِ إلى قصصٍ أسَرَتِ العالمَ. فتخيَّلَ آلاتِ زمنٍ وعملياتِ غزوٍ فضائيٍّ، وعالَمًا مستقبليًّا استُخدِمت فيه الذراتُ كأسلحةٍ.

في الكتابِ الذي نُشر عامَ 1914 بعنوانِ «العالمُ يتحرَّرُ» The World Set Free، ابتكرَ ويلز مصطلحَ «القنابلِ الذريةِ» وألقاهَا على السكانِ المدنيين الذين لا حولَ لهم ولا قوةَ. صوَّر ويلز رؤيتَه في المستقبلِ البعيدِ، وهو خمسينياتُ القرنِ العشرينَ. وتخيَّلَ في تلكَ الروايةِ - التي كتَبَها بعدَ 10 سنواتٍ فقط من أولِ رحلةِ طيرانٍ للأخوَيْن رايت - طائرةً تعمَلُ بالطاقةِ الذريةِ تَعْبُرُ القناةَ الإنجليزيةَ. يركِّزُ الطيَّارُ المجهَّزُ بالنظاراتِ الواقيةِ والخوذةِ على التقدُّمِ مباشرةً للأمامِ، مستهدفًا المدينةَ التي تَلُوحُ في الأفقِ. بدا وجهُهُ خاليًا من المشاعرِ وهو ينحني للأمامِ في قُمرةِ الطائرةِليرفعَ القنبلةَ الثقيلةَ. نزَعَ إبرةَ التفجيرِ بأسنانِهِ، ورفعَ القنبلةَ فوقَ جانبِ الطائرةِ.

وعندما التقَتِ القنبلةُ بهدفِها، قَلَبَتِ القوةُ الهائلةُ للانفجارِ الطائرةَ على جانِبِها؛ ليتحولَ وسطُ برلين إلى ما يشبهُ فوهةَ بركانٍ ثائرٍ.

واستغرقَ العلمُ نحو 20 عامًا فقط ليواكِبَ الخيالَ.



كانَ أحدُ قرَّاءِ روايةِ **هربرت جورج** ويلز عالمَ فيزياءَ شابًّا يُدعَى ليو زيلارد. وفي يوم 12 سبتمبر 1933، كانَ زيلارد - وهو مهاجرٌ مَجَري - يقيمُ في فندقِ ستراند بالاس في لندن- قدْ قرأ لتوّه مقالاً عن خطابٍ ألقاه لورد رذرفورد في صحيفةِ «Times» اللندنيةِ، وأثار الخطاب حفيظته. اشتهرَ **إرنست رذرفورد** بأبي الفيزياءِ النوويةِ لاكتشافِهِ -من بينِ أمورٍ أخرى- أنَّ الإشعاعَ يُنتجه عنصرٌ كيميائيٌّ تحوَّلَ إلى عنصرٍ آخرَ. شَعَر زيلارد بالانزعاجِ من تصريحِ رذرفورد بأنَّ المعرفةَ المكتسبةَ حديثًا عن بنيةِ الذرةِ لا يُمكن استخدامُها أبدًا لإنتاجِ الطاقةِ. فقرَّرَ زيلارد الخروجَ للتمشيةِ التي كانتْ وسيلتَه المفضلةَ للتفكيرِ.

بينما كانَ زيلارد يتمشَّى، فَكَّرَ في أنَّ الذراتِ مكوَّنةٌ من بروتونات ونيوترونات في الداخلِ، وإلكتروناتٍ تتحرَّكُ برشاقةٍ في الخارجِ. وفي أثناءِ توقُّفِه عندَ إشارةِ مرورٍ في تقاطعِ طريقِ ساوثهامبتون رو مع ميدانِ راسل، طرأتْ فكرةٌ على ذهنِهِ، وهي: إذا تمكَّنَ مِن العثورِ على عنصرٍ يبعَثُ بنيوترونين عندَ امتصاصِهِ نيوترونًا، فسَيُقَدِّم تفاعلاً نوويًّا متسلسلاً. والنيوترونان سينتجانِ أربعةَ نيوتروناتٍ، والأربعةُ ستُنتج ثمانيةً، وهلمَّ جرًّا - حتى يُمكِنَ أن تتحرَّرَ كمياتٌ ضخمةٌ من الطاقةِ في النواةِ نفسِها. وليس ذلكَ نوعًا من التفاعلِ الكيميائيِّ، وإنما تفاعلٌ نوويٌّ.

لا بدَّ أنَّ زيلارد وقَفَ بين مجموعةٍ مِن المشاةِ في انتظارِ تغيُّرِ لونِ إشارةِ المرورِ، ولعلَّهُ فكَّر في رؤيةِ هربرت جورج ويلز بشأنِ القنبلةِ الذريةِ. وربما تجمَّدَ في مكانِهِ بينما اندفعَ الناسُ الواقفونَ خلفَه، متجاوزينَ إياه. أتساءَلُ عمَّا إذا كانَ زيلارد يعلَمُ أسطورةَ اختراعِ الشطرنجِ التي

رواها لي كارل قبلَ زمنٍ طويل. ومنذُ ذلكَ الحينِ، لا أجدُ أبدًا وسيلةً أفضلَ منها للتعبيرِ عن قوةِ النموِّ الأُسيّ. لذا، سأَرويها هنا. تُوجد العديدُ من الرواياتِ بشأنِ كيفيةِ ظهورِ لعبةِ الشطرنجِ. البعضُ يقولُ إنَّ مصدرَها هو الهندُ، والبعضُ الآخرُ يقولُ بلادُ فَارسَ. وأهمُّ قطعةٍ في هذه اللعبةِ هي الملكُ، والهدفُ من اللعبةِ هو الإيقاعُ به. في بلادِ فارسَ، أُطلِق على هذه اللعبةِ «شاه مات» («شاه» بمعنى مَلِك)، ومن هنا أتتْ كلمةُ «كش ملك».

تُشير إحدى رواياتِ أسطورةِ اختراعِ الشطرنجِ إلى أنه في بغدادَ بالقرنِ السابعِ، سَعِد الملكُ للغايةِ عندَ ممارستِهِ لعبةَ الشطرنج للمرةِ الأولى، فعرَضَ تحقيقَ أيِّ أمنيةٍ لمبتكرِها - وهو رئيسُ وزرائِهِ. واندهشَ الملكُ عندما ردَّ الوزيرُ بما بدا أكثرَ الطلباتِ تواضعًا، قائلاً: «فلْتَمْنَحْني، جلالتُكَ،



قطعُ شطرنج فارسيةٌ مِن عامِ 1000 ميلادي - (من اليسارِ) مَلِكان، ورخ، وفيل - مصنوعةٌ من العاجِ، وبينها قطعةٌ مصبوغةٌ باللونِ الأخضرِ لتمييزِها عن القطعِ البيضاءِ.

فقط حبةَ أرزٍ واحدةً على المربعِ الأولِ برقعةِ الشطرنجِ، والضعفَ على المربعِ الثاني، والضعفَ على المربعِ الثالثِ، وهكذا، حتى يُصبحَ على كلِّ مربعٍ الكميةُ الصحيحةُ مِن الأرزِ».

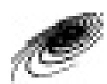
ردَّ الملكُ الذي لم يُصدقْ أذنَيْه: «أرز؟! لقد كنتُ أفكِّرُ في منحكَ مساحاتٍ شاسعةً من الأرضِ الخصبةِ، وإسطبلاتٍ مليئةً بالجيادِ القويةِ، وزمردًا، وألماسًا، وياقوتًا». لكنَّ رئيسَ الوزراء أصرَّ على طلبِهِ. فكانَ كلُّ ما يُريده هو الأرزَ فقطْ. وافقَ الملكُ، معتقدًا أنه قد أفْلَت من وعدِهِ بسهولةٍ بالغةٍ. أشار الملِكُ إلى حاشيتِهِ ليَجْلِبوا جوالاً من الأرزِ إلى قاعةِ العرشِ، وبدأ أحدُ المسئولينَ في عدِّ حبَّاتِ الأرزِ. فانتهَى من أولِ بضعِ مربعاتٍ على الرقعةِ سريعًا، لكنَّ الحاجةَ إلى مزيدٍ مِن الجوالاتِ زادتْ مع الانتقالِ إلى المربعاتِ الأخرَى. وبدأَ عبءُ العدِّ يَصير أكثرَ تعقيدًا مع كلِّ مربعٍ إضافيٍّ، وهو العبءُ الذي لا يُمكن لشخصٍ واحدٍ تحملُهُ.

تطلَّبَ الأمرُ مزيدًا من الْمُحصين مع تزايدِ عددِ الحبَّاتِ، وازدادتْ أكوامُ الأرزِ ارتفاعًا على كلِّ مربعٍ حتى بدأتْ تغطِّي الناسَ والأثاثَ في القاعةِ، بما في ذلكَ العرشُ نفسُهُ! فقوةُ المضاعفةِ، التي يُطلَق عليها النموُّ الأُسيُّ، مذهلةٌ لدرجةِ أنه إذا أَوْفَى الملكُ بوعدِهِ، فسيكونُ عددُ حبَّاتِ الأرز قد بلغَ نصفَ مليارِ حبةٍ عندَ الوصولِ إلى منتصفِ الصفِّ الرابعِ فقط من رقعةِ الشطرنجِ. ولن يمرَّ وقتٌ طويلٌ حتَّى يتدفقَ الأرزُ من كلِّ نافذةٍ في القصرِ حتى إن المدينةَ نفسَها قد تدفنُ تحتَ الأرزِ! وقد تَغْمُرُ موجاتٌ من الأرزِ بغدادَ والأرضَ المحيطةَ بها!

وحينَ وَصَلَ رجالُ الملكِ إلى المربعِ الأخيرِ، أي المربعِ الرابعِ والستينَ في رقعةِ الشطرنجِ، كانَ رئيسُ الوزراءِ قد حَصَل على حوالَيْ 18.5 كوينتليون حبَّة، أي سبعون مليارَ طنٍّ من الأرزِ! وهو ما يُساوي ما يستهلكُهُ جميعُ سكانِ كوكبِ الأرضِ حاليًّا على مدى 150 عامًا. وبذلكَ، أدى وفاءُ الملكِ بوعدِه إلى إفلاسِهِ. وتُشير الأسطورةُ إلى أنَّ رئيسَ الوزراءِ - الذي كانتْ قوتُهُ الوحيدةُ هي معرفتَه بالرياضياتِ - جلَسَ على العرشِ كما لو كانَ قد قامَ بحركةِ «كش ملك».

عرف ليو زيلارد جيدًا قوةَ النموِ الأُسيّ، وإذا كانَ من الممكنِ إثارةُ تفاعلٍ تسلسليٍّ نيوترونيٍّ في نواةِ الذرةِ، فربما يُمكن تنفيذُ القنبلةِ الذريةِ التي تَخَيَّلَها ويلز. ارتعدَ زيلارد بتفكيرِهِ في هذهِ

القدرةِ التدميريةِ التي كانت آخرَ حلقةٍ في سلسلةٍ متصلةٍ من العنفِ الذي بدأ قبلَ فترةٍ طويلةٍ للغايةِ.



كيفَ تَحْكُمُ على حضارةٍ ما؟ هل تتعرفُ عليها من نظامِها الاقتصاديِّ، أم من قدراتِها على التواصلِ والارتحالِ، أم من مقدارِ الثروةِ التي تخصِّصُها لشنِّ الحروبِ، أم بمدى القتلِ الناجمِ عن أسلحتِها؛ وهي المسافةُ التي تقطعُها أسلحتُها لقتلِ العدوِّ، أم بعددِ الحيواتِ التي يُمكن لها حصدُها بسلاحٍ واحدٍ، أم بنطاقِ التعارفِ في المجتمعِ؛ أي بمدى كِبَرِ المجموعةِ الجديرةِ بالاهتمامِ، أم بنظرتِها للمستقبلِ؛ أي بعددِ السنواتِ القادمةِ التي ترغَبُ في التخطيطِ لها وبما لديها من استعداداتٍ من أجلِ حمايةِ المستقبلِ؟

من المحزنِ أنَّ أحدَ جوانبِ التاريخِ البشريِّ يتعلَّقُ بكفاءتِنا المتزايدةِ في قتلِ بعضِنا. قبلَ خمسينَ ألفَ عامٍ، كانَ البشرُ يتجولونَ كجماعاتٍ من الصيادينَ وجامِعِي الطعامِ، ويتواصلونَ على نطاقِ مساحاتٍ محدودةٍ عن طريقِ مناداةِ بعضِهم؛ أي بسرعةِ الصوتِ التي تبلُغُ حوالَيْ 750 ميلاً في الساعةِ. لكنْ على نطاقِ مسافاتٍ أطولَ، كانتْ قدرتُهم على التواصلِ ترتبِطُ بمقدارِ سرعتِهم في الركضِ. وقد طَوَّروا في هذا الوقتِ تقريبًا قدرتَهم على القتلِ عبرَ مسافاتٍ أبعدَ. فامتدَّ مدى القتلِ لديهم إلى مسافةِ انطلاقِ السهمِ من القوسِ. وكانتْ نسبةُ القاتلِ إلى الضحيةِ 1 إلى 1؛ بمعنى أنه يُمكِنُ قتلُ شخصٍ واحدٍ فقط باستخدامِ سهمٍ واحدٍ. لم يكنْ أسلافُنا محاربينَ بشكلٍ أساسيٍّ؛ نظرًا لوجودِ عددٍ قليلٍ للغايةِ مِن الناسِ ومساحةٍ كبيرةٍ جدًّا متاحةٍ لذلكَ العددِ آنذاكَ؛ لذا كانَ التنقلُ مفضلاً على الصراعِ المسلحِ. وكانتِ الأسلحةُ تُستخدَم غالبًا في الصيدِ. وكانَ نطاقُ التعارفِ لديهم صغيرًا، فكانَ يقتصرُ فقط على الأعضاءِ الآخرينَ في الجماعةِ المكوَّنةِ من 50 أو 100 شخصٍ.

بيدَ أنَّ الأفقَ الزمنيَّ لأولئكَ الأسلافِ شَهِد نقلةً نوعيةً مَع ظهورِ الزراعةِ؛ إذ عَمِلوا لساعاتٍ طويلةٍ ومجهدةٍ في زراعةِ المحاصيلِ في المكانِ والزمانِ الحالِيَّين، كي يتمكَّنوا من حصادِها بعدَ عدةِ أشهرٍ. فأرجئوا الرضَا الحاليَّ نظيرَ الحصولِ على ميزةٍ لاحقةٍ. وهكذَا بدءوا في التخطيطِ للمستقبلِ.

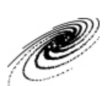
قبلَ نحوِ 2500 عامٍ - أي ستِّ ثوانٍ فقط قبلَ منتصفِ ليلةِ الحادي والثلاثينَ مِن ديسمبرَ بالتقويمِ الكونيِّ، بدأ البشرُ في شنِّ نوعٍ جديدٍ من الحروبِ، فامتدَّتِ الأراضِي التي احتلَّها الإسكندرُ من مقدونيا إلى وادي السندِ. كانَ البشرُ على كوكبِ الأرضِ قد ازدادُوا عددًا، وصارَ لديهم ولاءٌ إلى مجموعاتٍ مؤلفةٍ من الملايينِ. وعلى امتدادِ المسافاتِ الطويلةِ، كانت السرعةُ القُصْوى لكلٍّ من الاتصالاتِ والانتقالاتِ لا تتجاوزُ سرعةَ الإبحارِ لسفينةٍ أو ركوبِ الخيلِ. إلا أنَّ التطوُّراتِ في تكنولوجيا الأسلحةِ زادتْ من نطاقِ القتلِ؛ وزادتْ نسبةُ الأسلحةِ إلى الضَّحايا زيادةً أُسيةً بمقدارِ 10 مراتٍ. فصارَ المكانُ الذي كانتْ تسقطُ فيه جثةٌ واحدةٌ تُوجد به 10 جثثٍ. وصارَ الجنديُّ الذي يرفعُ ذراعَ معداتِ الحصارِ لا يرى أبدًا وجوهَ ضحاياهُ. فظلَّ بعيدًا عن المجزرةِ التي تحدثُ على الجانبِ الآخرِ من سورِ المدينةِ.

اشتهرَ أرخيداموس الثالثُ، الذي كانَ ملكَ إسبرطةَ في القرنِ الرابعَ قبل الميلادِ، ببسالتِهِ ورباطةِ جأشِهِ. فكانَ يستمتِعُ بالقتالِ اليدويِّ مع العدوِّ. ويُقال إنَّه عندما رأَى لأولِ مرةٍ قذيفةً تندفِعُ من منجنيقٍ، صاح في لوعةٍ: «يا هرقل! لقدْ ولَّى عهدُ بسالةِ الإنسانِ!».

أما الآنَ، فالسرعةُ القُصْوى للانتقالاتِ هي سرعةُ الإفلاتِ مِن جاذبية الأرضِ التي تبلغُ 25 ألف ميلٍ في الساعةِ، وسرعةُ الاتصالاتِ هي سرعةُ الضوءِ. واتسعتْ نطاقاتُ التعارفِ كذلك

اتساعًا هائلاً. فعندَ بعضِ الناس، يبلغُ هذا النطاقُ مليارَ شخصٍ أو أكثرَ، وعندَ البعضِ الآخرِ يشمَلُ كلَّ البشريةِ، بينما يشملُ كلَّ الكائناتِ الحيةِ لدى عددٍ قليلٍ مِن الأشخاصِ. ونطاقُ القتلِ - في أسوأِ الأحوالِ - صار يشمَلُ حضارتَنا العالميةَ الآنَ.

كيفَ وصلْنا إلى ما نحنُ عليه الآنَ؟ حدَثَ ذلك نتيجةَ تحالفٍ قاتلٍ بينَ العلمِ والسياسةِ. وكانَ هناكَ عالمٌ واحدٌ لا يكتفِي بأيِّ قدرٍ من القوةِ المدمرةِ. ومن الصعبِ تحديدُ اللحظةِ التي اندلعتْ فيها الحربُ النوويةُ الأولى على وجهِ التحديدِ. فقد يرى البعضُ أنها سلسلةٌ متواصلةٌ ترجِعُ إلى الأسهمِ المتطايرةِ فوقَ قممِ الأشجارِ، بينمَا قد يرى آخرونَ أنها بدأتْ بعدَ ذلكَ بكثيرٍ، مع ثلاثِ رسائلَ.





تطورُ الأسلحةِ؛ من الأقواسِ والسهامِ، كما يظهرُ في الرسومِ الصخريةِ الجزائريةِ التي تعودُ إلى نحوِ 10 آلاف عام (الصفحة المقابلة)، وصولاً إلى الجيوشِ المجهزةِ جيدًا بالعتادِ لكلٍّ من الإسكندرِ الأكبرِ المتقدمِ من جهةِ اليسارِ وداريوش الثالثِ ملكِ الفرسِ، اللذين تُظهر هذه الصورةُ معاركَهُما في القرنِ الرابعِ قبلَ الميلادِ على لوحةٍ أرضيةٍ من الفسيفساءِ في مدينةِ بومبي.

في يومِ 24 إبريلَ مِن عامِ 1939، بعدَ بضعةِ أيامٍ مِن عيدِ ميلادِ أدولف هتلر، كانَ لدى أحدِ علماءِ ألمانيا المستنيرين، وهو باول هارتيك، هديةٌ مميزةٌ في ذهنِهِ لقائدِهِ. هَرْوَلَ هارتيك في شوارعِ هامبورج حاملاً خطابًا إلى مكتبِ الحربِ النازيِّ. فكانَ متحمسًا لإخطارِهم بأنَّ أحدثَ التطوراتِ في الفيزياءِ النوويةِ من شأنِها تمكينُهم من إنتاجِ متفجراتٍ أقوَى بكثيرٍ مِن الأسلحةِ التقليديةِ الأكثرِ تدميرًا. كانَ هارتيك يحاولُ منحَ أدولف هتلر قنبلةً ذريةً، لكن **هتلر** لمْ يكنْ ليتمكَّنَ أبدًا من وضعِ يدِه على سلاحٍ نوويٍّ. فكانَ قد قتلَ أو سجَنَ أو نفَى من أوروبا الكثيرينَ

من علماءِ الفيزياءِ العِظامِ في دولتِه، ممَّن تصادفَ كونُهم يهودًا أو ليبراليين، أو ممن كانوا يهودًا وليبراليين في الوقتِ نفسِهِ.

في الثاني من أغسطسَ مِن العامِ نفسِهِ، انطلق عالمانِ في سيارةٍ إلى مدينةِ كاتشوج بلونج آيلاند في نيويورك في مهمةٍ إلى ألبرت آينشتاين. وعلى الرغمِ من أَنَّ كلا الرجلَين في تلك السيارةِ كانا مهاجرَين مَجَرِيَّين، وكلاهُما كانا عالِمَيْ فيزياءَ، فقدِ اتبعَا مسارَيْنِ مختلفَيْنِ تمامًا في الحياةِ. لكنهما تَحَالَفَا في ذلكَ اليومِ في مهمتِهما.

كانَ أحدُهما ليو زيلارد الذي كان، شأنُه شأنُ معظمِ الناسِ، يستطيعُ رؤيةَ أنَّ الحربَ وشيكةٌ. لم يكنْ عالمُ الفيزياءِ الذي يقودُ السيارةَ لليو زيلارد عادةً في رحلاتِه خارجَ مانهاتن متاحًا في ذلكَ اليومِ من شهرِ أغسطسَ عام 1939، فاستعانَ زيلارد بخدماتِ عالمٍ شابٍّ يُدعَى إدوارد تيلر. دفعَ الاضطهادُ في بودابست تيلر وأسرتَهُ إلى اللجوءِ إلى ميونيخ، حيثُ فَقَدَ قدمَهُ اليمنَى في حادثِ مرورٍ. وفي بدايةِ الثلاثينياتِ، اضطرَّ تيلر وأسرتُه إلى الهروبِ مجددًا حتى وصلوا أخيرًا إلى الولاياتِ المتحدةِ. أوصلَ تيلر **زيلارد** إلى مدينةِ كاتشوج حيثُ كانَ آينشتاين يمتلكُ بيتًا صيفيًّا. جلسَ العالمُ العظيمُ وزيلارد على مائدةٍ في غرفةِ طعامٍ مليئةٍ بالكتبِ والأوراقِ. وتوارى تيلر قلقًا في المطبخِ المجاورِ، وهو ما يعكِسُ مكانتَهُ كعالمٍ مُسْتَجِدٍّ.

مثلما شعَرَ هارتيك أنَّ من واجبِهِ إخطارَ هتلر بما كانَ يعرفُهُ، أرادَ زيلارد أن يعرفَ الرئيسُ فرانكلين روزفلت بالإمكانيةِ المذهلةِ لذلكَ السلاحِ. ولم يكُنْ يوجدُ عالمٌ على سطحِ الأرضِ يُضاهي آينشتاين في مكانَتِهِ وتأثيرِهِ، وعَلِم زيلارد أن توقيعَ آينشتاين على خطابٍ حولَ هَذا السلاحِ المحتملِ سيضمَنُ انتباهَ الرئيسِ للمسألةِ.

فحَصَ آينشتاين الخطابَ بمشاعرَ متضاربةٍ؛ فكانَ الكابوسُ في نظرِهِ هو تصورَ امتلاكِ هتلر لسلاحٍ نوويٍّ يكونُ تحتَ تصرفِهِ. فماذا ستكونُ العواقبُ الطويلةُ المدى لهذهِ المعرفةِ الجديدةِ

الخطيرةِ، التي إذا أُطلِق عِنَانُها فلَنْ يمكنَ التراجعُ فيها أبدًا؟ لن يلعبَ آينشتاين أيَّ دورٍ في جهودِ الولاياتِ المتحدةِ في بناءِ قنبلةٍ ذريةٍ، التي صارتْ تُعرَف باسمِ مشروعِ مانهاتن، لكنَّهُ نبَّه بالفعلِ الرئيسَ للاستخدامِ المحتملِ لأنويةٍ ذريةٍ في الحربِ. وترددتْ يدُ آينشتاين للحظةٍ قبلَ أن يُوَقِّعَ اسمَهُ على مضضٍ.

بعدَ انتهاءِ الحربِ، أخبرَ آينشتاين أحدَ المراسلينَ الصحفيينَ أنه لو يعلَمُ أنَّ الألمانَ سَيَفْشلونَ في تطويرِ قنبلةٍ ذريةٍ، ما كانَ سيوقِّعُ أبدًا ذلكَ الخطابَ. أما إدوارد تيلر، فلم يكنْ بذلكَ التردد، ولم يُطقْ صبرًا على البدءِ في استخدامِ الذرةِ كسلاحٍ.

Albert Einstein
Old Grove Rd.
Nassau Point
Peconic, Long Island

August 2nd, 1939

F.D. Roosevelt,
President of the United States,
White House
Washington, D.C.

Sir:

Some recent work by E.Fermi and L. Szilard, which has been communicated to me in manuscript, leads me to expect that the element uranium may be turned into a new and important source of energy in the immediate future. Certain aspects of the situation which has arisen seem to call for watchfulness and, if necessary, quick action on the part of the Administration. I believe therefore that it is my duty to bring to your attention the following facts and recommendations:

In the course of the last four months it has been made probable - through the work of Joliot in France as well as Fermi and Szilard in America - that it may become possible to set up a nuclear chain reaction in a large mass of uranium,by which vast amounts of power and large quantities of new radium-like elements would be generated. Now it appears almost certain that this could be achieved in the immediate future.

This new phenomenon would also lead to the construction of bombs, and it is conceivable - though much less certain - that extremely powerful bombs of a new type may thus be constructed. A single bomb of this type, carried by boat and exploded in a port, might very well destroy the whole port together with some of the surrounding territory. However, such bombs might very well prove to be too heavy for transportation by air.

Yours very truly,

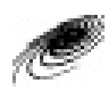
(Albert Einstein)

حمَلَ ليو زيلارد هذا الخطابَ إلى ألبرت آينشتاين عامَ 1939، آملاً أن يحذِّرَ أشهرُ عالمٍ في العالمِ الرئيسَ روزفلت من القدرةِ التدميريةِ التي تنطوي عليها الذرةُ.

كانَ عالمُ الفيزياءِ الروسيُّ، جورجي نيكولايفيتش فليروف، قد حاولَ مرارًا وتكرارًا تنبيهَ قائدِهِ، جوزيف ستالين، إلى التطبيقاتِ العسكريةِ الممكنةِ للتفاعلِ النوويِّ المتسلسلِ. لكنَّ الاتحادَ السوفيتيَّ كانَ مُحَاصَرًا مِن الألمانِ في فبراير من عام 1942، وكانَ مشروعُ «القنبلةِ الذريةِ» سيستغرِقُ سنواتٍ ليكتملَ. وفي ظلِّ ذلكَ الوضعِ الحرجِ، بدا مجردُ التفكيرِ في الأمرِ غيرَ عمليٍّ على الإطلاقِ.

كانَ ذلكَ هو الحالَ حتى زار فليروف المكتبةَ الأكاديميةَ في فورونيج، وهي مدينةٌ في شمالِ غربِ روسيا، حَيثُ كان يعملُ كملازمٍ في القواتِ الجويةِ السوفيتيةِ. كانَ قد نَشَرَ مؤخرًا بحثًا علميًّا عن الفيزياءِ النوويةِ، وكانَ مُتحمسًا لمعرفةِ رأيِ علماءِ الفيزياءِ البارزينَ في أوروبا والولاياتِ المتحدةِ في بحثِهِ. فتصفَّحَ بقلقٍ صفحاتِ الدورياتِ دونَ أن يَجِدَ إشارةً واحدةً إلى بحثِهِ، وهو الأمرُ الذي حيَّرَهُ؛ فلم يَرَ أحدٌ مِن علماءِ الفيزياءِ في المجتمعِ العلميِّ الدوليِّ أَنَّ بحثَهُ جديرٌ بالتعليقِ عليه. جرَحَهُ الأمرُ في البدايةِ، لكنَّه أدركَ بعدَ ذلكَ حقيقةَ الموقفِ. لقدِ استبعدتِ الدورياتُ العلميةُ الأمريكيةُ والألمانيةُ أيَّ أبحاثٍ في الفيزياءِ النوويةِ أثناءَ عملِ الدولتَيْنِ سرًّا على بناءِ قنبلةٍ ذريةٍ. وكانَ هذا الغيابُ للبياناتِ المنشورةِ هو ما دَفَعَ فليروف إلى مضاعفةِ جهودِهِ لإقناعِ ستالين بالبدءِ في برنامجِ الأسلحةِ النوويةِ الخاصِّ به.

في كلِّ هذهِ الحالاتِ الثلاثِ، كانَ العلماءُ - لا الجنرالاتُ ولا تجَّارُ الأسلحةِ - هم مَن أخطرُوا قادتَهُم بإمكانيةِ الزيادةِ الهائلةِ في معدلِ القتلِ.



اختارتْ وزارةُ الحرب الأمريكيةُ موقعًا بعيدًا في مدينةِ لوس ألاموس بولايةِ نيومكسيكو ليكونَ المقَرَّ الرئيسيَّ للمشروعِ البحثيِّ للقنابلِ الذريةِ. كانَ مَن أوصَى بذلكَ الموقعِ مديرُ المشروعِ، وهو عالمُ الفيزياءِ جوليوس روبرت أوبنهايمر، الذي كانَ قد قَضَى هناكَ وقتًا في مراهقتِهِ أثناءَ تعافِيهِ مِن أحدِ الأمراضِ. لكنْ في نظرِ إدوارد تيلر، لم تكنِ القنبلةُ الذريةُ كبيرةً بما فيه الكفايةُ. لقد حَلَمَ بمعدلاتِ قتلٍ أكبرَ، بسلاحٍ لم تكُنْ فيه القنبلةُ الذريةُ أكثرَ مِن مجردِ عودِ ثقابٍ يُستخدَم لإشعالِ فتيلٍ في النواةِ، أي أسلحةٍ نوويةٍ حراريةٍ (القنبلة الهيدروجينية)، وهي ما أطلقَ عليها **تيلر** بشغف «الأسلحةُ الفائقةُ».

لو كانَ لتيلر طرفا نقيضٍ في المجتمعِ العلميِّ، فهو جوزيف روتبلت. وُلِد روتبلت في وارسو لأسرةٍ ثريةٍ خَسِرَتْ كلَّ شيءٍ، شأنُها شأنُ أسرةِ تيلر. وفي صيفِ عامِ 1939، قُبيلَ احتلالِ النازِيّينَ لوارسو، دُعِيَ روتبلت إلى إنجلترا ليعمَلَ باحثًا في جامعةِ ليفربول. وفي اللحظاتِ الأخيرةِ قبلَ سفرِهِ، خضعَتْ زوجتُهُ الحبيبةُ، **تولا**، لعمليةٍ طارئةٍ لاستئصالِ الزائدةِ الدوديةِ. واضطرتْ إلى البقاءِ في وارسو حتى تَتَعَافَى لتستطيعَ السفرَ. وأصرَّتْ على أن يَسْبِقَهَا جوزيف ليُعِدَّ منزلَهُما الجديدَ. وأخبرَتْه بأنها ستلحَقُ به في غضونِ أسابيعَ فقطْ.

كانَ التحدِّي الذي خَاضَهُ علماءُ مشروعِ مانهاتن هو إيجادَ فتيلٍ كيميائيٍّ لإحداثِ التفاعلِ النوويِّ المتسلسلِ الذي تخيَّله ليو زيلارد لأولِ مرةٍ في أثناءِ سيرِهِ في شوارعِ لندن. وقال كلُّ العلماءِ والمهندسينَ لأنفسِهم إنَّهم يَدْرَءُونَ خطرًا مُحدقًا عن طريقِ إنتاجِ قنبلةٍ ذاتِ قوةٍ تدميريةٍ غيرِ مسبوقةٍ. ويمكنُهُم الوثوقُ في حكومتِهِم؛ فهي لن تستخدِمَ ذلكَ السلاحَ أبدًا في أيِّ عدوانٍ، على عكسِ الحكوماتِ الأخرى.

كانَ علماءُ الذرةِ أولئكَ أولَ مَن رأوا في إنتاجِ الأسلحةِ النوويةِ رادعًا لاستخدامِها. وكانَ الخوفُ مِن امتلاكِ هتلر لقنبلةٍ ذريةٍ هو المبرِّرَ المنطقيَّ الذي استندُوا إليه. لكنْ عندما استسلمتْ

ألمانيا وماتَ هتلر، لم يقدمِ استقالته - مِن بينِ الآلافِ من علماءِ دولِ التحالفِ الذين عَمِلوا على القنبلةِ - سوى عالمٍ واحدٍ فقط.

كانَ ذلكَ العالمُ هو جوزيف روتبلت. وفي السنواتِ التي تَلَتِ استقالَتَهُ، كانَ كلما سُئِلَ عن قرارِهِ، يرفضُ دائمًا فكرةَ أنه قد فَعَلَ ذلكَ بسببِ أفضليةٍ أخلاقيةٍ عن باقي العلماءِ. وإنما كانَ يبتسِمُ ويقولُ: إنَّ السببَ الحقيقيَّ وراءَ قرارِهِ هو افتقادُهُ الشديدُ لزوجتِهِ التي مُنِعتْ من تركِ وارسو وفَقَدَ التواصلَ مَعَها بسببِ فوضى الحربِ. ومع انتهاءِ تلكَ الحربِ في أوروبا، سَنَحَتِ الفرصةُ له للذهابِ إلى وارسو والبحثِ عنها. لكنَّه لم يَجِدْها، وإنما وَجَدَ اسمَها في قائمةٍ للموتَى؛ إذ قضت نَحْبَها في الهولوكوستِ بمعسكرِ اعتقالِ بيلزك. وعاشَ روتبلت بعدَها 60 عامًا لم يتزوَّجْ امرأةً أخرى، ولم يتوقَّفْ عن المحاربةِ مِن أجلِ نزعِ السلاحِ النوويِّ.

مِن بينِ الدولِ الثلاثِ التي أَجْرَتْ أبحاثًا في أثناءِ الحربِ لإنتاجِ القنبلةِ، نجحتِ الولاياتُ المتحدةُ فقط في تلكَ المهمةِ قبلَ انتهاءِ الحربِ. ويعتقِدُ المؤرخونَ أنَّ أحدَ أسبابِ هذا النجاحِ هو أنَّ أمريكا استقبلَتِ العديدَ مِن المهاجرينَ. فمِنْ بينِ الشخصياتِ البارزةِ في مشروعِ مانهاتن، كانَ هناكَ عالمانِ فقط أمريكِيَّا المولدِ، وعالمٌ واحدٌ فقَطْ حَصَلَ على شهادةِ الدكتوراهِ في الولاياتِ المتحدةِ.

كانَ إيمانُ العلماءِ بفكرةِ الردعِ فِي غيرِ محلِّه؛ فقد أسقطتِ الطائراتُ الحربيةُ الأمريكيةُ قنابلَ ذريةً على مدينتَي هيروشيما وناجازاكي اليابانِيَّتَيْنِ، مُنهيةً بذلكَ الحربَ العالميةَ الثانيةَ. وبعدَ شهرَيْنِ، دعا الرئيسُ الأمريكـيُّ ترومان العالِمَ أوبنهايمر لتهنئتَهُ في المكتبِ البيضاويِّ. لكنَّ ما أزعجَ ترومان هو أنَّ أوبنهايمر لم يكنْ في مزاجٍ يَسْمَحُ له بالاحتفالِ. فعندما التقَى بترومان، اندفعَ قائلاً: «يا سيدي الرئيسَ، أشعرُ بأنَّ يَدَيَّ ملطختانِ بالدماء!».

فرمَقَهُ ترومان بنظرةِ اشمئزازٍ وقالَ بازدراءٍ: «لا تكُنْ أحمقَ. إذا كانَتْ يدا أحدٍ ملطختينِ بالدماءِ، فهُما يَدَايَ. والأمرُ لا يُزعجنُي على الإطلاقِ!».

لكنَّ أوبنهايمر أصرَّ وسألَهُ: «متى في اعتقادِكَ سيملِكُ الروسُ القنبلةَ؟».

فأجابَ ترومان: «هذا لن يحدُثَ أبدًا!»

وعندما غادرَ أوبنهايمر، استدارَ ترومان لمساعدِهِ في حنقٍ واضحٍ، وقال له: «لا تسمَحْ لذلكَ العالِمِ البكَّاءِ بالاقترابِ مني بعدَ ذلكَ قطُّ! هل تَسْمَعُني؟».

بعدَ أقلَّ مِن أربعِ سنواتٍ، فجَّرَ الروسُ قنبلتَهُم الذريةَ. ووصل سباقُ التسلحِ النوويِّ، الذي تم تصوُّرُهُ في خطاباتِ العلماءِ الثلاثةِ السابقِ ذكرُها، إلى مرحلةٍ ثانيةٍ أكثرَ رعبًا.

بعدَ الحربِ، تحوَّلَتْ أحلامُ **تيلر** بزيادةِ معدلاتِ القتلِ إلى حقيقةٍ. ففي مطلعِ الخمسينياتِ، وفي أثناءِ حملاتِ مطاردةِ الشيوعيينَ في الولاياتِ المتحدةِ، سَعِد تيلر للغايةِ بالتلميحِ إلى أنَّ روبرت أوبنهايمر، رئيسَهُ السابقَ الذي أدارَ مشروعَ مانهاتن ببراعةٍ، يجبُ أن يُحرَمَ مِن تصريحِهِ الأمنيِّ، وهو الأمرُ الذي دَمَّرَ مسيرةَ **أوبنهايمر** المهنيةَ. كانَ أوبنهايمر معارضًا لبناءِ تيلر لقنبلتِهِ «الفائقةِ» العزيزةِ على قلبِهِ. وغَدَا تيلر قوةً فعَّالةً في منعِ المعاهداتِ الشاملةِ لحظرِ اختباراتِ الأسلحةِ النوويةِ. وجادَلَ كذبًا أنَّ الاختباراتِ في الغلافِ الجويِّ ضروريةٌ مِن أجلِ «الحفاظِ على ترساناتِ الأسلحةِ النوويةِ وتحسينِها».

عالِمُ الفيزياء جوليوس روبرت أوبنهايمر (الذي يرتدي القبعةَ فاتحةَ اللونِ عريضةَ الحوافِ) مع مجموعة من

الأفراد يَفحصون بقايا أولِ اختبارٍ ذريٍّ أُجري في ألاموجوردو بولايةِ نيومكسيكو في 16 يوليو عام 1945.

وعلى الرغمِ مِن عملياتِ التقليصِ الهائلةِ لترساناتِ الأسلحةِ النوويةِ، لا يزالُ شبحُ الحربِ النوويةِ يُطارِدُنا إلى الآنَ. فلا يزالُ هناكَ ما يَكفي مِن تلكَ الأسلحةِ في العالمِ لتدميرِ حَضَارَتِنا. كيفَ يُمكننا النومُ هانئِينَ في ظلِّ تأجُّجِ ذلكَ البركانِ؟! في عصرٍ آخرَ، واجَهَ آخرونَ خطرًا مُحدقًا كما لو كانتْ حَرَكَتُهُم قد شُلَّتْ في كابوسٍ ما.



دَخَلَ رجلانِ حانةً في سان بيير على جزيرةِ مارتينيك بالبحرِ الكاريبيِّ التي تَقَعُ بين بورتوريكو وفنزويلا. حدثَ ذلكَ في ليلةِ 23 إبريلَ مِن عامِ 1902، وكانَ الرجلانِ ضابطَيْ شرطةٍ استُدْعِيَا لفضِّ شجارٍ عنيفٍ في الحانةِ. أفسَحَ زبائنُ الحانةِ مكانًا للمتعاركَيْن، اللذَيْنِ كانَ

أحدُهُما لودجر سيلباريس، وهو رجلٌ مِن أصلٍ إفريقيٍّ بَلَغ من العمرِ آنذاكَ 27 عامًا، وكان طويلاً للغايةِ ومفتولَ العضلاتِ، وهذا ما جَعَلَهُ يشتهِرُ باسمِ «شمشون». حَمَل سيلباريس ندباتٍ مِن حوادثِ شجارٍ سابقةٍ، وامتلَكَ سيفًا من سيوفِ البَحَّارةِ. لم يكُنِ الخصمُ في ذلكَ الشجارِ يَرْهَبُ سيلباريس، فكَسَرَ زجاجةً على المشربِ وهُرِعَ نحوَ سيلباريس الذي انقضَّ بدَوْرِهِ عليه بسيفِهِ برباطةِ جأشٍ. فجَرَحَ سيلباريس خصمَهُ جرحًا بالغًا، في اللحظةِ التي وصلَتْ فيها السلطاتُ. فكَبَّلَ الضابطانِ سيلباريس ونَقَلاَهُ إلى سجنِ سان بيير. ودُفِعَ إلى زنزانةٍ مروعةٍ تحتَ الأرضِ. كانتْ زنزانةً صغيرةً كريهةَ الرائحةِ وتخلُو حتى من سريرٍ. وعلى الرغمِ مِن رعبِ **سيلباريس** مِن احتجازِه في ذلكَ القبوِ، فَقَدْ ظلَّ مُعاندًا. فجَلَسَ على الأرضِ، ونظَرَ لأعلى ناحيةِ رجالِ الشرطةِ بازدراءٍ وهم يُغْلِقُونَ البابَ الفولاذيَّ الذي كانَ يحتوِي فقط على فتحةٍ صغيرةٍ للتهويةِ، تاركينَ إياه في ظلامِ الحبسِ الانفراديّ.

كانَ فرناند كليرك أحدَ أغنى سكانِ تلكَ المدينةِ المُسْتَعْمَرَةِ مِن فرنسا الذينَ بَلَغَ عددُهم حوالَيْ 30 ألفَ نَسَمَةٍ. ومن شُرُفَتِهِ، كانَ بإمكانِه أن يرَى بوضوحٍ معاملَ تقطيرِ الخمرِ ومصانعَ الأثاثِ وحقولَ قصبِ السكرِ والقهوةَ التي يمتلكُها. كانتْ تلكَ الأعمالُ هي العمادَ الاقتصاديَّ للجزيرةِ. وفوقَ كلِّ ذلكَ، كان بركانُ مونت بيليه المَهيبُ يقفُ شامخًا، وقد ظَلَّ خاملاً لوقتٍ طويلٍ، وكانَ إحدى القممِ الجبليةِ الكثيرةِ التي مَلأَتِ اَلجزيرةَ.

لكنَّ كليرك لاحَظَ شيئًا غريبًا؛ فبدا أنَّ هناكَ صقيعًا على كلِّ شيءٍ. كيفَ يُمكِنُ أن يحدُثَ ذلكَ في مثلِ ذلكَ الصباحِ الدافئِ المُشمسِ؟ فمرَّرَ إصبعَهُ على درابزينِ الشرفةِ، وأدركَ أنه لم يَكُنْ صقيعًا، وإنما كانَ غبارًا.

وبينما كانتْ أجراسُ الكاتدرائيةِ تُقْرَعُ، أمسكَ كليرك بتليسكوبِهِ ليرَى المدينةَ عن قربٍ. كانَ الجميعُ لا يزالون نائمينَ، وخلَتِ الشوارعُ مِن الناسِ. وبينما كانَ يستديرُ ناحيةَ الجبلِ، حدَثَ انفجارٌ يُصِمُّ الآذانَ - كصوتِ انفجارِ قذيفةٍ مدفعيةٍ - وتصاعدَ عمودٌ مِن الرمادِ في السماءِ.

هُرِعَتْ فيرونيكا، زَوْجَةُ كليرك، إلى الشرفةِ وهي تَقْبِضُ بيدِها على صليبٍ، مفتشةً في عَيْنَيْ زوجِها عن تفسيرٍ لما يَحْدُثُ!

عندما بدأَ الرمادُ في التساقطِ، فَكَّرَتْ كلارا برنتيس، زوجةُ القنصلِ الأمريكيِّ، في العودةِ إلى ماساتشوستس. لكنَّهَا تراجعتْ؛ إذ كانتْ قد خَطَّطَتْ لحفلٍ في الأسبوعِ التالي، وكان تأجيلُهُ أمرًا غيرَ واردٍ.

تفحَّصَ ماريوس هورارد، محرِّرُ وناشرُ صحيفةِ المستعمراتِ «Les Colonies» أحدثَ طبعةٍ للصحيفةِ. وقد كانَ رجلاً يافعًا ذا حماسٍ كبيرٍ. أعلنَتِ الصفحةُ الأولى من الصحيفةِ أن جهةً بارزةً خبيرةً في البراكينِ تُطَمْئِنُ الناسَ بأنَّ بركانَ مونت بيليه لا يُمَثِّلُ أيَّ تهديدٍ. المشكلةُ الوحيدةُ في هذا التصريحِ هي أنَّ تلكَ «الجهةَ البارزةَ الخبيرةَ» كانت ماريوس هورارد نفسَهُ. وظَهَرَ العنوانُ التالي: «دعوةٌ مِن نادي الجمباز والرماية» في جزءٍ آخرَ مِن الصفحةِ الأولى ويَلِيهِ:

انضموا إلينا في جولةٍ رائعةٍ

لفُوَّهَةِ مونت بيليه للتمتعِ بأفضلِ منظرٍ للانفجارِ.

سيلي ذلكَ نزهةٌ لن تَنْسَوْهَا أبدًا!

لن نعرفَ أبدًا عددَ الفقراءِ المجهولينَ الذين تَوَجَّسُوا مما كانَ يحدثُ ولم يتمكنُوا من مغادرةِ الجزيرةِ بسببِ افتقارِهِم للمواردِ. لن نعرِفَ عددَ مَن قِيلَ لهم، بينما كانت الطيورُ تَتَسَاقَطُ نافقةً مِن السماءِ: «لا تقلقوا. قد يبدو الأمرُ مخيفًا، لكنَّ المدينةَ قد شَهِدَتْ كلَّ ذلكَ مِنْ قبلُ، ولم يحدُثْ شيءٌ خطيرٌ آنذاكَ أيضًا. هذا فضلاً عن أنَّ الصحيفةَ تَذْكُرُ أنه ما مِن شيءٍ يَدْعُو للقلقِ».

لكنَّ الشوارعَ امتلأتْ بالرمادِ.

عَمِلَ فوشيه، عمدةُ المدينةِ، لوقتٍ متأخِّرٍ منَ المساءِ وحدَهُ في مكتبِهِ على وضعِ خططٍ مفصلةٍ للمأدبةِ والحفلِ الراقصِ اللذَيْنِ سيُقامانِ للاحتفالِ الرسميِّ بُعيدَ الصعودِ. وأخذَ الخدمُ المرتدونَ زيًّا موحدًا في وضعِ شراشفَ بيضاءَ كبيرةٍ على كلِّ شيءٍ، بدءًا مِن الأثاثِ وصولاً إلى المعداتِ الثابتةِ. وضِعتِ الشراشفُ كذلكَ على الطاولاتِ لتغطيةِ أدواتِ المائدةِ المصنوعةِ مِن الفضةِ والكريستالِ والصيني. بيد أنه سرعانَ ما غَطَّاها الرمادُ الذي دخلَ بصورةٍ ما عبرَ النوافذِ المغلقةِ. اندفعَ موظفو الفندقِ إلَى داخل الغرفةِ، ومَسَحُوا الأرضيةَ للمرةِ الأخيرةِ، وأزالوا الرمادَ عَنِ الموائدِ، بينما وَقَفَ آخرونَ يَحْمِلُونَ مراوحَ في وضعِ التأهبِ. تبادلَ الخدمُ تعبيراتٍ قلقةً، لكنَّ أحدًا لم يترُكْ مهامَّه.

كانَ أقربُ الناس شبهًا بالعلماءِ على جزيرةِ مارتينيك هو مدرسَ المرحلةِ الابتدائيةِ جاستون لاند. وَقَفَ لاند في الحدائقِ النباتيةِ مذعورًا، وقد أحاطَتْ به نباتاتُهُ الميتةُ التي قَضَى عليها الرمادُ البركانيُّ. وقد ذهبَ لاند في الواقعِ في رحلةٍ مقدسةٍ إلى الفوهةِ البركانيةِ التي ثَارَتْ مُؤخرًا، وأبدى ملاحظاتِهِ لنشاطِها المتصاعدِ في الصحيفةِ.

امتلأتِ الأرضُ بأجسامِ الطيورِ النافقةِ التي اختنقَتْ من الأدخنةِ والغازاتِ. لكنَّ لاند كانَ أكثرَ قلقًا بشأنِ رحلتِهِ المقبلةِ إلى باريسَ. فكانَ قد خَطَّطَ إلى عرضِ عيناتٍ مِن الحياةِ النباتيةِ على الجزيرةِ، إلى جانبِ إلقاءِ محاضرةٍ طُلِب منه تقديمُها. ومعَ سقوطِ الرمادِ بذلكَ المعدلِ، تدمَّرَتْ كلُّ عيناتِهِ.

ألقى القِسُّ في كاتدارئيةِ سان بيير نظرةً على الْمُصلينَ الجالسينَ أمامَهُ، وقدِ اتَّسَخَتْ ملابسُهُم الرثةُ بالسخامِ والرمادِ الناجمِ عن ثورةِ البركانِ. وتلا عليهِمُ الآياتِ التاليةَ مِن سفرِ المزامير 46:

2) لذلكَ لا نَخْشَى ولو تزحزحتِ الأرضُ، ولو انقلبتِ الجبالُ إلى قلبِ البحارِ.

3) تَعِجُّ وتجِيشُ مياهُهَا. تتزعزَعُ الجبالُ بِطُمُوِّها.

صارتْ آنذاك جلاميدُ هائلةٌ وجذوعُ أشجارٍ ضخمةٌ يحملُها تدفقُ الوحلِ الممتدِّ إلى أسفلِ الجبلِ وصولاً إلى المحيطِ. ومن حينٍ لآخرَ، يَهْدِرُ البركانُ بأصواتِ انشقاقِ الأرضِ.

جَلَسَ العمدةُ فوشيه على مكتبِهِ في يأسٍ، واستجمَعَ ما يكفي من العزمِ لتصميمِ ملصقٍ يحمِلُ الكلماتِ التاليةَ: «أيها المواطنونَ، لا تَخَافُوا! فلا يمكنُ أن تَصِلَ الحممُ المنصهرةُ إلى المدينةِ في المستقبلِ القريبِ. تَفْصِلُنَا عن البركانِ 7 كيلومتراتٍ. ولا بدَّ أن تكونَ كميةُ الحممِ المنصهرة ضخمةً على نحوٍ يَسْتَحِيلُ حدوثُهُ لكي تَعْبُرَ الوادِيَيْنِ الشاسعَيْنِ والمستنقعَ الذي يَفْصِلُنا عن بركانِ مونت بيليه».

لم يكنْ فوشيه مخطئًا ... بشأنِ الحممِ. لكنَّ البركانَ سيُنتِجُ شيئًا أبعدَ في مداهُ وأسرعَ في حركتِهِ وأكثرَ إثارةً للخوفِ من الصخورِ، شيئًا ساخنًا لدرجةٍ تَجْعَلُهُ يتدفَّقُ كالماءِ. اتخذَ بعضُ سكانِ سان بيير ما ظَنُّوا أنها قراراتٌ صائبةٌ بشأنِ البقاءِ في المدينةِ، مستندينَ إلى المعلوماتِ المتاحةِ لهم، بينما كانَ البعضُ الآخرُ في حالةِ إنكارٍ. وصعِدَ آخرونَ على قواربَ للانتقالِ إلى أماكنَ أكثرَ أمانًا. لكن ما مِن أحدٍ تخيَّل كيفَ سيُعَبِّرُ البركانُ عَن كلِّ الضغطِ المكبوتِ دَاخِلَهُ.

بعدَ يَوْمَيْنِ - أي بعدَ أكثرَ مِن أسبوعَيْنِ مِن العلاماتِ الأولى لنشاطِ البركانِ - انبعثَتِ السحبُ المتأجِّجَةُ منه، قاذفةً جمراتٍ بيضاءَ على المدينةِ تَحْتَهَا. واجتمعَ البرقُ البركانيُّ، وهو ظاهرةٌ أكثرُ ضراوةً من البرقِ المصاحبِ لأعتَى العواصفِ، مع نيرانِ الحممِ الحمراءِ والصفراءِ لِيَصْنَعَا مشهدًا أشبه بالجحيمِ. وانطلقتْ «سحابةٌ متوهجةٌ» مريعةٌ على الواديَيْنِ وبدأتْ في إشعالِ المدينةِ تَحْتَهَا.

في فجرِ يومِ 8 مايو، وقَفَ العشراتُ مِن البحَّارةِ على ظهرِ مركبٍ شراعيٍّ، مُوَجِّهِينَ أنظارَهُمْ نحوَ مارتينيك. ابتسموا في ارتياحٍ، وتمازَحُوا معًا، بينما بَدَأَ البركانُ في الخمودِ. وظَنُّوا أنَّ الخطرَ قَدْ زالَ؛ فقد صارَ البركانُ هادئًا تمامًا. وكانَ الهواءُ باردًا ومنعشًا، وبدَا البحرُ كالزجاجِ.

وكانَ منظرُ بلدةِ سان بيير من ظهرِ السفينةِ جميلاً. وفجأةً، انفجَرَ بركانُ مونت بيليه مطلِقًا وميضًا يُعمِي الأبصارَ ومرسلاً سحابةً متصاعدةً مِن الحطامِ الملتهبِ لمسافةِ مِيلَيْنِ في السماءِ.

تحوَّلَ ذهولُ البحَّارةِ إلى رعبٍ. فطارَ بَعْضُهُم للخلفِ مصطدمينَ بالحواجزِ، ودُفِعَ آخرون مِن على ظهرِ السفينةِ بفعلِ الموجةِ الاصطداميةِ ليسقُطُوا في البحرِ. فعندما انفجرَ بركان مونت بيليه في الساعةِ 8:02 صباحًا يومَ 8 مايو من عام 1902، أحدثَ الانفجارُ صوتًا عاليًا للغايةِ لدرجةِ أنه سُمِع مِن على بعدِ 500 ميلٍ في فنزويلا.

نَفَثَ، بعد ذلكَ، مونت بيليه سحابةً ممطرةً من الغازِ المحترقِ والصخورِ والغبارِ التي تَحَرَّكَتْ بقوةِ الأعاصيرِ وسرعتِها. فأسرعتْ إلى أسفلِ جانبِ الجبلِ واندفعتْ عبرَ الأوديةِ وصولاً إلى المدينةِ، حاملةً معها عاصفةً برقيةً مدويةً. عَبرَتْ سحابةُ الموتِ الهائلةُ -المكوَّنَةُ من غازاتٍ فائقةِ الحرارةِ - الوديانَ وصولاً إلى المدينة في غضونِ دقائقَ. وانقلَبَ الصباحُ ليلاً بينما كانتْ سحابةُ الموتِ تَقْضِي على المدينةِ، ولم تتوقَّفْ إلا عندما بَلَغَتِ البحرَ.

قبلَ تسعةِ آلافِ سنةٍ، عندما قامَ الفنانُ في مدينةِ جاتال هويوك برسمِ تلكَ الخطوطِ الساحرةِ التي تُعَبِّرُ عن خيطٍ رفيعٍ مِن الدخانِ، وهي أولُ صورةٍ لانفجارٍ بركانيٍّ عَثَرْنَا عليها حتى الآنَ، كانَ ذلكَ بدايةَ علاقتِنا الواعيةِ المسجلةِ مع البراكينِ. ومعَ التدميرِ الكاملِ لبلدةِ سان بيير في غضونِ دقائقَ، بدأنا مرحلةً أخرى من تلكَ العلاقةِ؛ فقد أدَّى إلى ظهورِ علمٍ جديدٍ يُسمَّى علمَ البراكينِ وإلى استخدامِ الوصفِ الأكثرِ رصانةً «التدفقُ البركانيُّ الفتاتيُّ» بدلاً من الوصفِ «السحبِ المتأججةِ» الذي



يبدو أقلَّ خطرًا. والتدفقُ البركانيُّ الفتاتيُّ هو الذي أحرقَ بلدةَ سانَ بيير. ويُساوي ذلكَ الانفجارُ ما يُحدثه تمامًا انفجارُ رأسٍ حربيٍّ نوويٍّ استراتيجيٍّ.

بعد ثلاثةِ أيامٍ مِن انفجارِ البركانِ، مشَّطَ رجالٌ مِن جزءٍ آخرَ مِن الجزيرةِ شوارعَ سان بيير التي كانَ الدخانُ لا يزالُ يتصاعدُ منها لجمعِ الجثثِ وحرقِ ما فَشِل البركانُ في القضاءِ عَلَيْهِ تمامًا. وفجأةً، سَمِعوا صرخاتٍ مكتومةً، فَنَظُروا إلى بعضِهم في حالةٍ مِن عدمِ التصديقِ قبلَ أن يُهْرَعُوا في اتجاهِ الصوتِ. وعندَما اقتربوا من حطامِ السجنِ، صارتِ الصرخاتُ أعلى وأكثرَ استماتةً.

في تاريخِ العالمِ، لم يمرَّ سوى قلةٍ مِن الناسِ بما مرَّ به لودجر سيلباريس، ونجا لِيَرْوِيَ ما رآهُ. عندما انفجرَ البركانُ، سَمِع سيلباريس صرخاتِ سجَّانِيه لفترةٍ وجيزةٍ قَبْلَ أن يسودَ صمتٌ مُرعِبٌ. وبعدَ ذلكَ، اندفعتْ حرارةٌ شديدةٌ عبرَ فتحةِ التهويةِ الصغيرةِ للغايةِ في زنزانتِهِ. فأخذَ يَقْفِزُ في الأنحاءِ ليتفادَاها، لكنَّه أُصيبَ مع ذلكَ بحروقٍ بالغةٍ وصلتْ حتى كَتِفَيْهِ. وعلى مدى

ثلاثةِ أيامٍ، عَانَى آلامًا شديدةً، ولم يكُنْ لديهِ مِن الغذاءِ سوى النداوةِ الموجودةِ على حوائطِ الزنزانةِ. لقد أنقذَ حياتَهُ الحكمُ الصادرُ ضِدَّهُ بالحبسِ الانفراديِّ في زنزانةٍ سميكةِ الجدرانِ تحتَ الأرضِ.



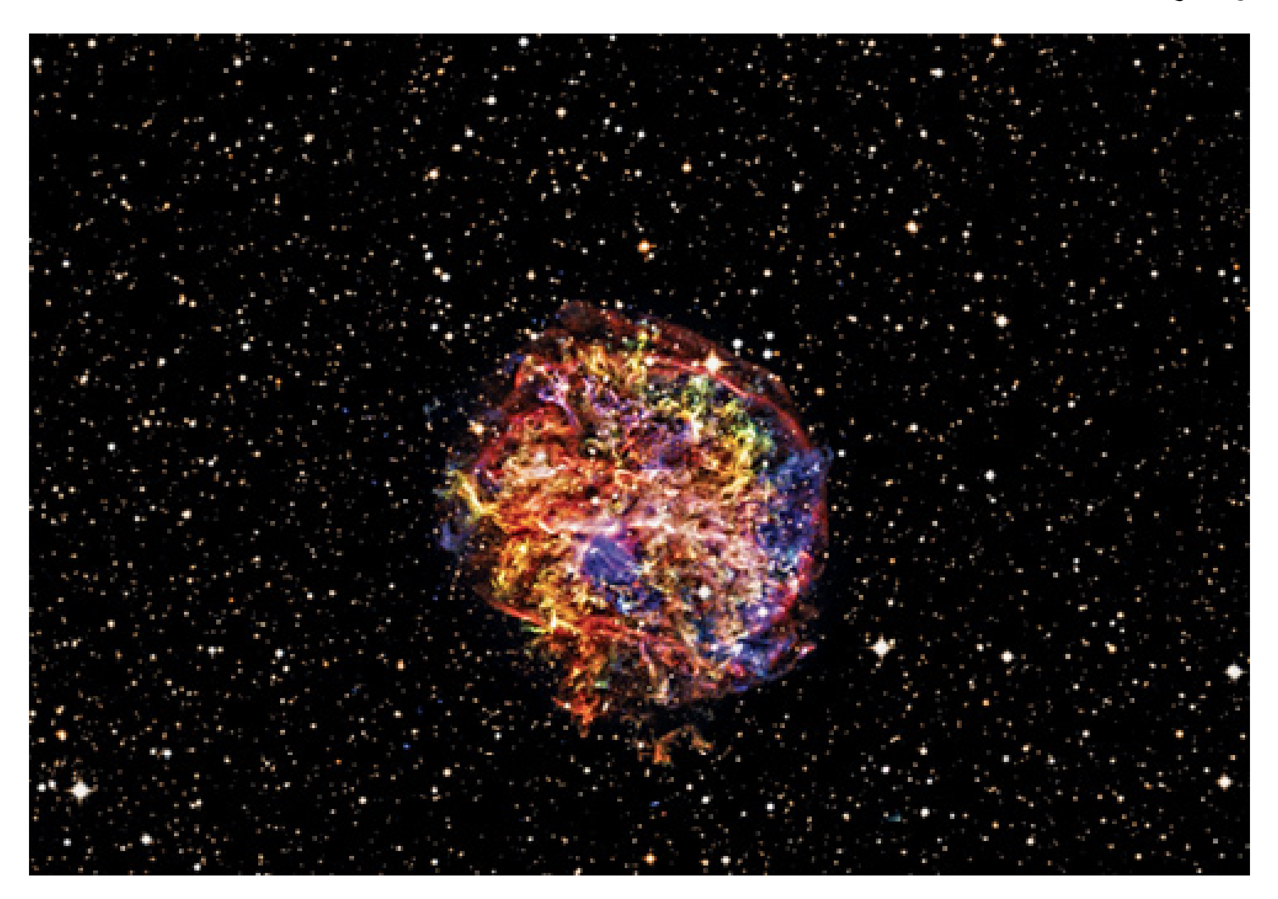
بلدة سان بيير في جزيرةِ مارتينيك بعدَ انفجارِ بركانِ مونت بيليه عامَ 1902.

وكانَ أحدَ شخصَيْنِ فقط نَجَوَا من سكانِ بلدةِ سان بيير البالغِ عددُهُم 30 ألفَ نسمةٍ. وبعدَ تمريضِهِ حتى تماثَلَ للشفاء، صارَ عاملَ جذبٍ كبيرًا للجمهورِ في سيركِ Barnum & Bailey، وجابَ العالمَ وروى على الناسِ قصةَ نجاتِهِ المذهلةَ!

ماذا عَنَّا؟ هل نستهينُ بقوةِ الطبيعةِ؟ هل نحنُ بالذكاءِ الكافي لتوقُّعِ كلِّ السيناريوهات التي تمثِّلُ خطرًا علينا؟ هل سنعرِفُ متى يتوجبُ عَلَيْنَا الهروبُ؟ ماذا لو لم تتوافرِ الوسيلةُ للهروبِ في الوقتِ المناسبِ؟



لِنَعُدْ إلى مسارِ إحدى الذرتَيْنِ اللتَيْنِ تَحَدَّثْنا عنهُما سابقًا، ألاَ وهي ذرةُ اليورانيوم. تبدأُ نواتُها في الاضطرابِ. تَتَّسِمُ ذرةُ اليورانيوم بأنها غيرُ مستقرةٍ بطبيعتِها، وَإِنْ آجلاً أو عاجلاً، تتحلَّلُ. فينحرِفُ أحدُ جُسيماتِ نواتها بعيدًا، مُحولاً إياها إلى عنصرٍ مختلفٍ تمامًا، وهو الثوريوم. وتتحرَّكُ



التقطَ تليسكوبُ الأشعةِ السينيةِ تشاندرا التابعُ لوكالةِ ناسا هذهِ الصورةَ للمستعرِ الأعظمِ 0.292G + 8.1

الذي يمتدُّ سريعًا، وهو أحدُ ثلاثةِ مستعراتٍ عظمَى تتميزُ بكونِها الوحيدةَ في المجرةِ التي تحظَى بوفرةٍ في الأكسجين، وبالتالي فإنه يمثِّلُ ميلادَ النجمِ الذي منحَ الأرضَ العناصرَ الضروريةَ للحياةِ، وهي الأكسجين (اللونانِ الأصفرُ والبرتقاليُّ)، والمغنيسيوم (الأخضرُ)، والسيليكون والكبريتُ (الأزرقُ).

الجسيماتُ دونَ الذريةِ مثلَ الطلقاتِ عبرَ بِنَى الحياةِ الدقيقةِ، وَتَشُقُّ في طريقِها الإلكتروناتِ عن جزيئاتِها. وهذهِ هي طريقةُ تأثيرِ الإشعاعِ المُؤيِّن على الكائناتِ الحيةِ. ولهذا السببِ تُعَدُّ الأسلحةُ

الذريةُ أخطرَ بكثيرٍ مِن الأسلحةِ التقليديةِ. يُوجَدُ الإشعاعُ حَوْلَنَا في كلِّ مكانٍ،بل بداخِلِنا أيضًا. وعندما يكونُ في مستوياتٍ منخفضةٍ، لا يفرِضُ أيَّ تهديدٍ. لكنْ عندما ترتفِعُ هذه المستوياتُ، يتغيَّرُ الأمرُ. فعلَى المدَى القريبِ، يُمكِنُ أن يؤدِّيَ التعرضُ لمستوياتٍ مميتةٍ من الإشعاعِ إلى تفاعلٍ جامحٍ للخليةِ يجعلُهَا تتضاعَفُ أُسيًّا مما يسببُ السرطانَ. لكنَّ قدرةَ الإشعاعِ على الضررِ يُمكِنُ أن تمتدَّ عبرَ الزمنِ. فعندما خرَقَ الإشعاعُ الكروموسوماتِ، خلَّفَ أثرًا مدمرًا في أعقابِهِ غيَّرَ مصيرَ الذُّريةِ التي لم تولَد بعدُ؛ أي أنه أحدثَ طفرةً في جيناتِها لينتقِلَ الضررُ عبرَ الأجيالِ، مُدمرًا مستقبلَها.

يتألَّفُ جسمُ الإنسانِ مِن ذراتٍ نشأتْ في نجومٍ على بُعدِ آلافِ السنينَ الضوئيةِ مَكانيًّا ومليارات السنينَ زمنيًّا. وقد أخَذَنا البحثُ عن أصولِنا بعيدًا عن عصرِنا وعالَمِنا. نحنُ عبارةٌ عَنِ المادةِ التي تَتَألَّفُ منها النجومُ، وتربِطُنا علاقةٌ وثيقةٌ مع بقيةِ الكونِ. والمادةُ التي تكونَتْ منها أجسادُنا أنتجَهَا حريقٌ كونيٌّ.

وقد ابتكرَ الإنسانُ - وهو عبارةٌ عَن مجموعةٍ متنقلةٍ مِن سبعةِ مليارات مليارات ذرةٍ تطورتْ عبرَ الدهورِ - وسيلةً للاستفادةِ مِن تلكَ النارِ الكونيةِ الموجودةِ في قلبِ المادةِ. ولا يُمكِنُنَا تجاهلُ هذهِ المعرفةِ.

والمأساةُ أنَّ الجنونَ يَسري في سلالتِنا البشريةِ.

فأعقبَ تلكَ الخطاباتِ، التي كَتَبَها العلماءُ لبدءِ ذلكَ الكابوسِ، خطابٌ آخرُ في عامِ 1955، وهو خطابٌ لكوكبِ الأرضِ يَذْكُرُ أنَّ فَهْمَنَا الجديدَ للفيزياءِ يتطلَّبُ طريقةَ تفكيرٍ جديدةً. «هل علينا… اختيارُ الموتِ، لأنَّنا لا يُمكنُنَا نسيانُ خلافاتِنا؟ نحنُ بِوَصْفِنَا بشرًا نَرجُو من البشرِ الآخرينَ تذكُّرَ إنسانيتِهم ونسيانَ كلِّ شيءٍ آخرَ». كانَ ذلكَ البيانُ، الذي كَتَبَهُ برتراند راسل وأعلَنَهُ جوزيف روتبلت ووَقَّعَهُ ألبرت آينشتاين، آخرَ بيانٍ عامٍّ لآينشتاين، ذلكَ العالمِ العظيمِ، قبلَ وفاتِهِ ببضعةِ أيامٍ فَقَطْ.

ماذا عن الذرةِ الأخرى في قصتِنا؛ ذرةِ الكربونِ؟

إنَّها موجودةٌ دَاخِلَكَ.


التنقلُ بينَ الكواكبِ من
ترابيست 1-إي
BMZ

انتُخبَ أفضلُ نطاقٍ صالحٍ للحياةِ لقضاءِ عطلةٍ على بُعدِ 12 فرسخًا فلكيًّا من الأرضِ

| الفصلُ الحادي عَشَرَ |

النعيمُ الزائلُ للمنطقةِ الصالحةِ للحياةِ

لقد عشنا حياتنا مرتحلين منذ خُلقنا.

عرفنا كل الأشجار على بُعد مائة ميل.

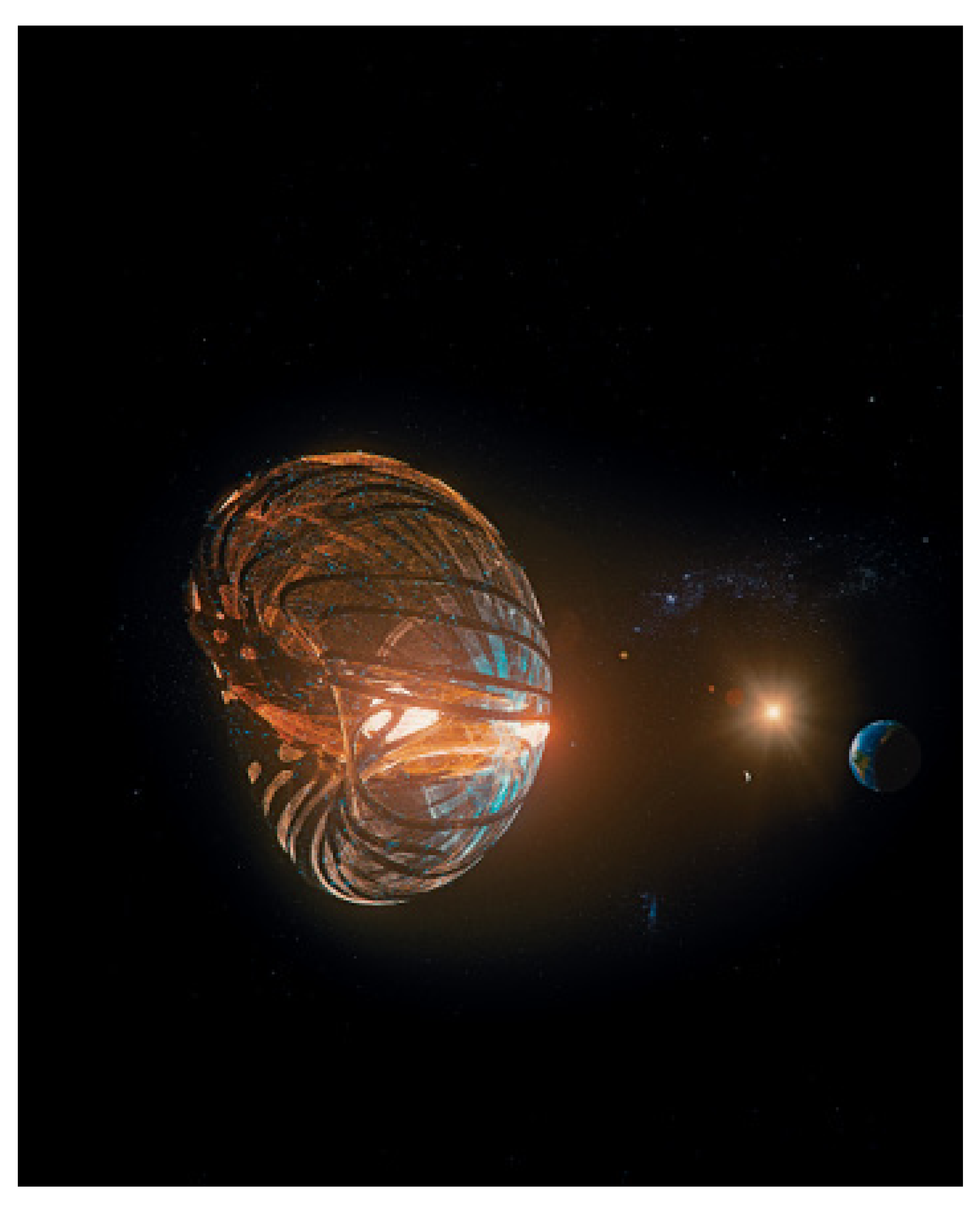
وعند ينوع ثمارها، تواجدنا لقطافها.

واتبعنا قطعان الحيوانات في هجراتها السنوية..

لقد اعتمد بعضُنا على بعضٍ، وكان الاعتماد على أنفسنا

هزليًّا بالقدر نفسه من تخيل الاستقرار وعدم الترحال.

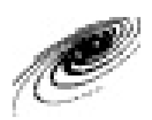
- كارل ساجان، «نقطة زرقاء باهتة»



ملصقُ سفرٍ تخيليٌّ للمستقبلِ يَدْعُونَا لقضاءِ عطلةٍ على ترابيست-1 إي، وهو رابعُ كوكب خارج المجموعةِ الشمسيةِ مِن العوالمِ السبعةِ التي تدورُ حولَ نَجْمِهِ القَزَمِ الأحمرِ

تصوُّرُ فنانٍ لمركبةٍ فضائيةٍ تَقُومُ برحلةٍ استقصائيةٍ لثالثِ كوكبٍ يدورُ حولَ نجمٍ قَزَمٍ أَصفَرَ عاديٍّ. تخيَّلَ الفنانُ أنَّ السفينةَ

محاطةٌ بغشاءٍ شفافٍ مِن الإشعاعِ الكونيِّ المتَّقِدِ.



قَدْ تحتوي مجرتُنا على سفنٍ مِن عوالمَ أخرى تجرؤُ على خوضِ غمارِ الكونِ السحيقِ. وعندَما أتخيَّلُ هذهِ السفنَ، أَرَاهَا في صورةٍ مختلفةٍ تمامًا عن مركباتِ الفضاءِ الخارجيِّ التي تُصَوِّرُها الأفلامُ السينمائيةُ. ففي خيالي، تكونُ هذهِ السفنُ بيولوجيةً أكثر، أي ليستْ شيئًا بُنِيَ حديثًا لتلبيةِ ضرورةٍ ملحةٍ معينةٍ، وإنما هي نتيجةٌ تطوريةٌ لتاريخٍ طويلٍ مِن ارتيادِ الفضاءِ. وربما تَنْتَقِلُ هذهِ السفنُ من نجمٍ لآخرَ في رحلاتٍ استقصائيةٍ تبحَثُ فيها عَنْ عوالمَ توطدَتْ فيها جذورُ الحياةِ لتُلْقِيَ نظرةً أقربَ على السماتِ الناشئةِ للكائناتِ الحيةِ التي لا يُمكِنُهُم حتى التنبؤُ بها.

تخيَّلْ مركبةً فضائيةً في مثلِ هذه المهمةِ الاستقصائيةِ تلتصِقُ على سطحِها مسابيرُ شبيهةٌ بالحجيراتِ تتناثَرُ عشوائيًّا كالنَّمَشِ على الوجهِ. تُغادِرُها تلك المسابيرُ لاستكشافِ عالمِنا المنصهرِ. تُحَلِّقُ علَى ارتفاعٍ منخفضٍ فوقَ الغلافِ الجويِّ الهائجِ مباشرةً، بينما تُجْرِي المركبةُ الأمُّ تَحْلِيلَهَا. تَمُرُّ خطوطُ النيرانِ جيئةً وذهابًا على سطحِ الكوكبِ المتوهِّجِ. لو أنَّ الإنسانَ نَفْسَهُ تجسَّس على هذا الجحيمِ، هَلْ كُنَّا نعتقدُ أنَّ ثمةَ احتمالاتٍ للحياةِ عليه؟ هل كُنَّا نتنبأُ بوجودِ جراءٍ وزهورِ أوركيد مستقبلاً على سطحِهِ؟ تعودُ الحجيراتُ كالسربِ لتلتصِقَ مجددًا بالمركبةِ الأمِّ التي تنتقِلُ بعيدًا عَنِ الكوكبِ الجحيميِّ متوجهةً نحوَ نجمِها.

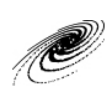
في بدايةِ نشأتِها، لم تَبْدُ الأرضُ مكانًا واعدًا. وكانَ طاقمُ البعثةِ الاستكشافيةِ التخيليةِ المشارِ إليها فيما سَبَقَ سيراهنون قبلَ أربعةِ ملياراتِ عامٍ على كوكبِ الزهرةِ، الذي كانَ أزرقَ اللونِ آنذاكَ بفعلِ محيطاتِهِ ويحظى بمساحاتٍ يابسةٍ متراميةِ الأطرافِ، وربما أيضًا بحياةٍ على سطحِهِ. كانتْ تلكَ الفترةُ البعيدةُ للغايةِ هي فترةَ ازدهارِ الزهرةِ ووجودِهِ في المنطقةِ الصالحةِ

للحياةِ. وهذه الفترةُ في حياةِ أيِّ كوكبٍ هي الفترةُ التي يَكُونُ فيها على علاقةٍ مَعَ نجمِهِ تجعلُهُ معتدلَ الحرارةِ، فَلاَ يكونُ حارًّا للغايةِ ولا باردًا للغايةِ. وهي الفترةُ التي يدعمُ فيها الحياةَ ويحافظُ عليها؛ لكنَّ نعمةَ المنطقةِ القابلةِ للحياةِ زائلةٌ؛ فما من عالَمٍ يظلُّ فيها إلى الأبدِ.

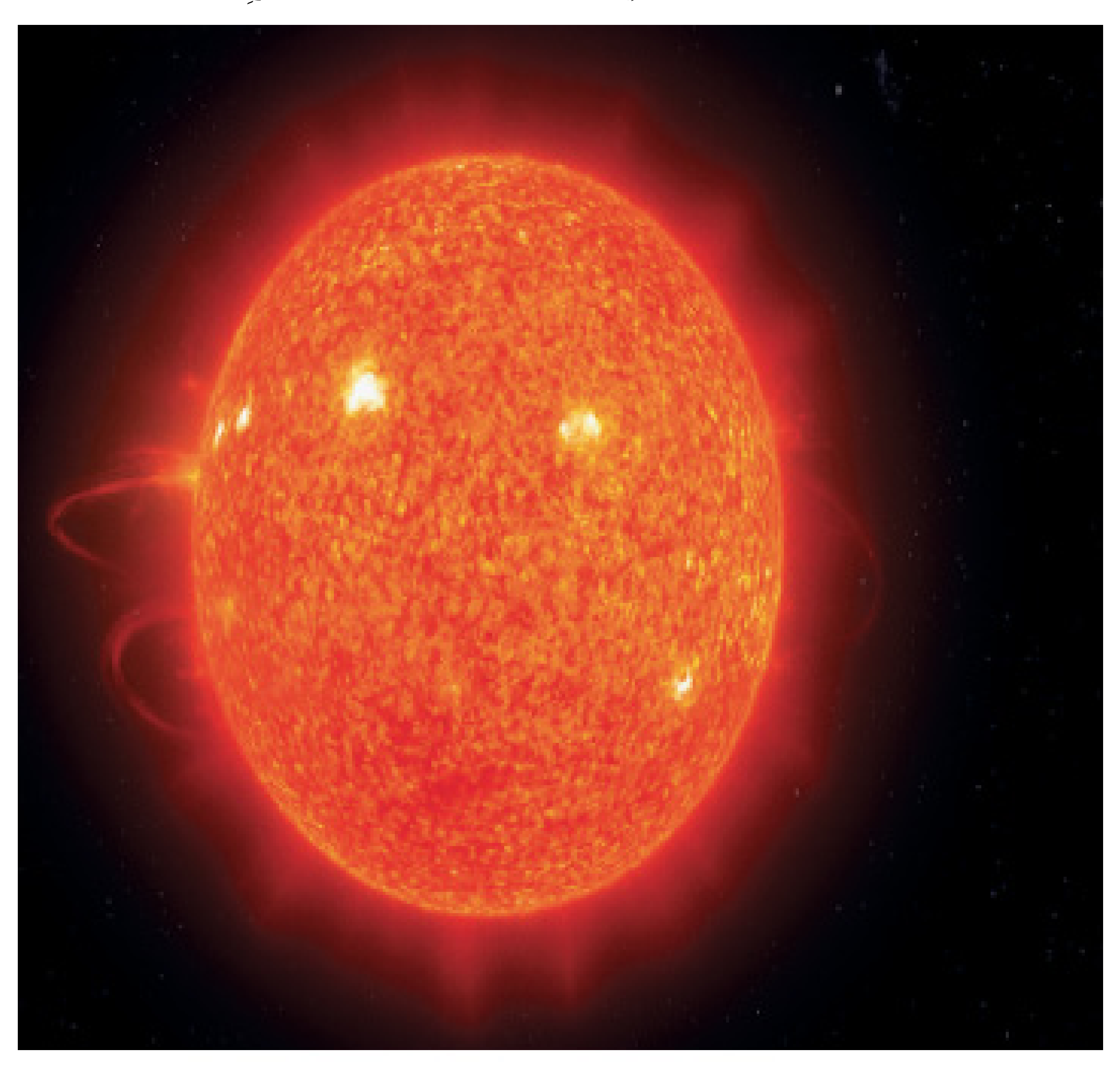
نحنُ محظوظونَ بوجودِنا في الطرفِ الداخليِّ للمنطقةِ الصالحةِ للحياةِ حولَ الشمسِ، لكنَّ هذهِ الحافةَ تتحرَّكُ إلى الخارجِ بمعدَّلِ ثلاثةِ أقدامٍ تقريبًا سنويًّا. وقدِ استنفدَتِ الأرضُ بالفعلِ70 في المائةِ من الوقتِ المتاحِ لها في أكثرِ منطقةٍ صالحةٍ للحياةِ حولَ الشمسِ. لكنْ لا داعيَ للقلقِ؛ فلا يزالُ أَمَامَنَا مئاتُ الملايينِ مِن السنينَ لتخطيطِ استراتيجيةِ الخروجِ الخاصةِ بِنَا وتنفيذِها. أينَ سنذهبُ عندما نُحرَم من نعمةِ الشمسِ التي ستنتقِلُ إلى عوالمَ أخرى، ولا تصبِحُ الأرضُ بعدَ ذلكَ جنةَ الحياةِ؟ هل سيُبحِرُ الإنسانُ إلى جزرٍ بعيدةٍ في المحيطِ الشاسعِ لمجرةِ دربِ التبانةِ؟ لا مفرَّ مِنَ التغييرِ في الكونِ، ولا مكانَ آمنَ يُمكِنُ الاختباءُ فيه لأكثرَ مِن بضعةِ ملياراتٍ مِن السنينَ.

أَلْقِ نظرةً حَوْلَكَ على جمالِ كوكبِنا. يومًا ما، سَيَسْتَسْلمُ كلُّ ذلكَ إلى دوراتِ مخاضِ الميلادِ والهلاكِ والميلادِ الجديدِ التي تَفْرضُها قوانينُ الطبيعةِ. يُطوِّرُ الكونُ أشياءَ جميلةً، ثم يُحَطِّمُها ليصنَعَ أشياءَ أخرى جديدةً من ذلكَ الحطامِ. تتصادَمُ النجومُ النيوترونية، وتُطلِقُ ذهبًا في أنحاءِ الكونِ. وأيُّ نوعٍ يُريدُ النجاةَ لفترةٍ طويلةٍ علَى أيِّ عالمٍ محتمل سيكونُ عليه تعلُّمُ كيفيةِ إدارةِ الانتقالِ الجماعيِّ بينَ الكواكبِ، ثم بينَ النجومِ في النهايةِ.

كيفَ نَعْرِفُ هذا؟ إنَّ المعرفةَ الضئيلةَ التي جَنَيْنَاهَا بشأنِ الكونِ تسمَحُ لنا بمعرفةِ لمحاتٍ عَنِ المستقبلِ. ولا أتحدَّثُ هنا عنِ المستقبلِ القريبِ حَيْثُ يَفْرِضُ تغيُّرُ المناخِ الناجمُ عنِ النشاطِ البشريِّ خطرًا على حضارتِنا. فإذا أَرَدْنا الاستمرارَ لآلافِ وملايينِ، بل ملياراتِ السنينَ، يَنْبَغِي علينا التوقفُ عن بعثِ كلِّ هذه الكميةِ من ثاني أكسيدِ الكربونِ في الغلافِ الجويِّ، في الحالِ. لكِنْ فلْنَمْنَحْ أنفسَنَا ميزةَ الشكِّ، ولْنُلْقِ نظرةً على المدى البعيدِ.



تَشِيخُ الشمسُ، شأنُها شأنُنا جميعًا. ويومًا ما، سوفَ تستنزفُ وقودَ الهيدروجين الموجودَ في مركزِها. وبعدَ خمسةِ أو ستةِ ملياراتِ عامٍ مِن الآن، ستتحرَّكُ منطقةُ اندماجِ الهيدروجين



شمسُنا بعدَ مليار عامٍ مِن الآنَ. ستظلُّ نجمًا قَزَمًا أصفرَ اللونِ، لكنْ معَ سطحٍ أشدَّ حرارةً؛ إذ ستبدأُ في استنزافِ وقودِها النوويّ.

تَحَرُّكًا بطيئًا نحوَ الخارجِ، كبوتقةٍ مُتَوَسّعَةٍ من التفاعلاتِ النوويةِ الحراريةِ، حتى تصبحَ درجاتُ الحرارةِ أقلَّ مِن 10 ملايينِ درجةٍ تقريبًا. وحينذاكَ، سيُغلِقُ مفاعلُ اندماجِ الهيدروجينِ الموجودُ

داخلَ الشمسِ نفسَهُ. وعلى مدى مئاتِ الملايينِ مِن السنينَ، ستفرِضُ الجاذبيةُ الذاتيةُ للشمسِ تَقَلُّصًا متجددًا لمركزِها الغنيِّ بالهيليوم. وسيصيرُ رمادُ نيرانِ الهيدروجينِ وقودًا، وستدخُلُ الشمسُ في دورةٍ ثانيةٍ من تفاعلاتِ الاندماجِ. وسيمنَحُ هذا الشمسَ فرصةً جديدةً للحياةِ لبضعِ مئاتِ الملايينِ مِن السنينَ الأخرى. وسيؤدِّي هذَا إلى إنتاجِ عُنْصُرَيِ الكربونِ والأكسجينِ، ويُوَفِّرُ مزيدًا من الطاقةِ لتُوَاصِلَ الشمسُ سُطُوعَهَا.



منظرٌ طبيعيٌ لسطحِ المريخِ قَبْلَ 3.5 مليار عامٍ في أثناءِ غروبِ الشمسِ على أوديةِ كاسي. تُشير الفوهاتُ وأنماطُ التعريةِ المُلاَحَظَةُ على سطحِ الكوكبِ حاليًّا إلى أنَّ الماءَ تدفَّقَ هناكَ آنذاكَ، وقدْ يَتَدَفَّقُ مجددًا مع تقدمِ شمسِنا في العمرِ.

ستفقِدُ الشمسُ الغازَ مع تمددِ غِلاَفِها الجويّ في الفضاءِ فيما يُشبِهُ عاصفةً نجميةً. وستتحوَّلُ من نجمٍ قَزَمٍ أصفرَ إلى نجمٍ عِمْلاقٍ أَحْمَرَ. وسَتَضْعُفُ قوةُ جاذبيتِها التي تقْبِضُ بها على الزهرةِ والأرضِ، وهو ما سَيَسْمَحُ لهما بالانتقالِ إلى مكانٍ أكثرَ أمانًا - لبعضِ الوقتِ. وستُحِيطُ هذهِ الشمسُ العملاقةُ الحمراءُ المتوهجةُ والمتضخمةُ بكوكبِ عطاردَ وتَسْتَنْزِفُهُ. وتتحرَّكُ نعمةُ المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ نحوَ الخارجِ إلى مسافةٍ أبعدَ وبسرعةٍ أكبرَ. وإذا أَحْسَنَّا التصرفَ، فسينطبِقُ علينا ذلكَ أيضًا. تطوُّرُ الشمسِ لا مفرَّ منه، لكنْ أَمَامَنَا مليار سنةٍ للبحثِ عن موطنٍ آخرَ لنا. لدينا مُتَّسَعٌ من الوقتِ للبحثِ عن عوالمَ أخرى في الكونِ يُمكِنُ أن تصيرَ موطنًا جديدًا

لنا. ومِن شبهِ المؤكدِ أنَّ البشرَ سَيَتَطَوَّرُونَ إلى شيءٍ مختلفٍ تمامًا بحلولِ ذلكَ الوقتِ. مَن يدري؟ ربما ستَتَمَكَّنُ ذريتُنا البعيدةُ مِن التحكمِ في مصيرِ النجومِ ذاتِهِ أو تغييرِه.

سيُغَيِّرُ التطوُّرُ النجميُّ المريخَ أيضًا، ذلكَ العالمَ المجاورَ لنا. ولن تكونَ تلكَ هي المرةَ الأولى التي يَنْعَمُ فيها المريخُ بماءٍ سائلٍ على سطحِهِ. فثمةَ وقتٌ، قبلَ ثلاثةِ أو أربعةِ مليارات عامٍ، تلاطمَتْ فيه الأمواجُ على شواطئِ المريخِ، وكانتِ الليالي دافئةً ورطبةً. كانَ المريخُ عَالَمًا شبيهًا بالأرضِ ومألوفًا على نحوٍ عجيبٍ تُظَلِّلُ فيه سحبٌ بيضاءُ نحيلةٌ مساحاتِ اليابسةِ الحمراءَ والمحيطاتِ الزرقاءَ. وتجلَّى غطاءٌ جليديٌّ قُطبِيٌّ صغيرٌ على نحوٍ أنيقٍ في نصفِهِ الشماليِّ.

يُذَكِّرُني ذلكَ المريخُ القديمُ بالأرضِ. بيد أن هذهِ السماتِ المألوفةَ المريحةَ تَحْجُبُ - من وجهةِ نظرِ الإنسانِ علَى أَيِّ حالٍ - عيبًا فادحًا، ألا وهو أنَّ المريخَ ليسَ كبيرًا بما فيه الكفايةُ؛ فبقطرٍ يبلُغُ حوالَيْ نصفِ قطرِ الأرضِ فقط، لم يتمَكَّنْ ذلكَ الكوكبُ من إنتاجِ ما يَكفي من الحرارةِ في مركزِهِ الحديديِّ ليجعلَه منصهرًا ويولدَ مجالاً مغناطيسيًّا واقيًا للحياةِ؛ لذا، عندما هاجمتِ الرياحُ الشمسيةُ الكوكبَ، تسرَّبَتْ سحبُهُ ومحيطاتُهُ إلى الفضاءِ، تاركةً إياهُ كوكبًا صحراويًّا كما نَعْرِفُهُ الآنَ.

يعتقِدُ العلماءُ أَنَّ هذا المريخَ الصالحَ للحياةِ لم يَدُمْ سوى بضعِ مئاتٍ مِن ملايينِ السنينَ. ولا نعلَمُ بعدُ ما إذا كانتِ الحياةُ قد حَظِيَتْ بفرصةِ البدءِ هناكَ أم لا. لكنَّها إن فَعَلَتْ، فكانَ ذلكَ قَبْلَ زمنٍ طويلٍ عندما كانتِ الشمسُ لا تزالُ في بدايةِ نشأتِها. وفي أواخر منتصفِ عمر الشمسِ، ستمنَحُ المريخَ فرصةً ثانيةً. فبعدَ مليار أو ملياري سنةٍ مِن الآنَ، سيعودُ المريخُ إلى نعيمِ الشمسِ. وسيدومُ هذا العصرُ الذهبيُّ الثاني الفترةَ ذاتَهَا التي دامَها العصرُ الأولُ، أيْ بضعَ مئاتِ الملايينِ من السنينَ فَقَطْ. وهذه الفترةُ ليستْ كافيةً لتطوُّرِ حياةٍ معقدةٍ على المريخِ، لكنَّها أكثرُ من كافيةٍ لتَنْصِبَ ذريتُنا معسكرًا هناكَ، بينما يُفكرونَ في خطوتِهِم التاليةِ. لكنْ في النهايةِ، ستُرْسِلُنَا دورةُ حياةِ الشمسِ إلى مكانٍ أبعدَ بكثيرٍ، وسيحينُ الوقتُ للارتحالِ مجددًا. فسيواصِلُ تقدُّمُ

الشمسِ في العمرِ تحريكَ المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ نحوَ الخارجِ، فتَلْفَحُ المريخَ وتجعَلُ درجةَ حرارتِهِ عاليةً للغايةِ بحيثُ لا يُمكِنُنَا العيشُ عليه. وستظلُّ ذريتُنا البعيدةُ رحَّالةً بدورِها.

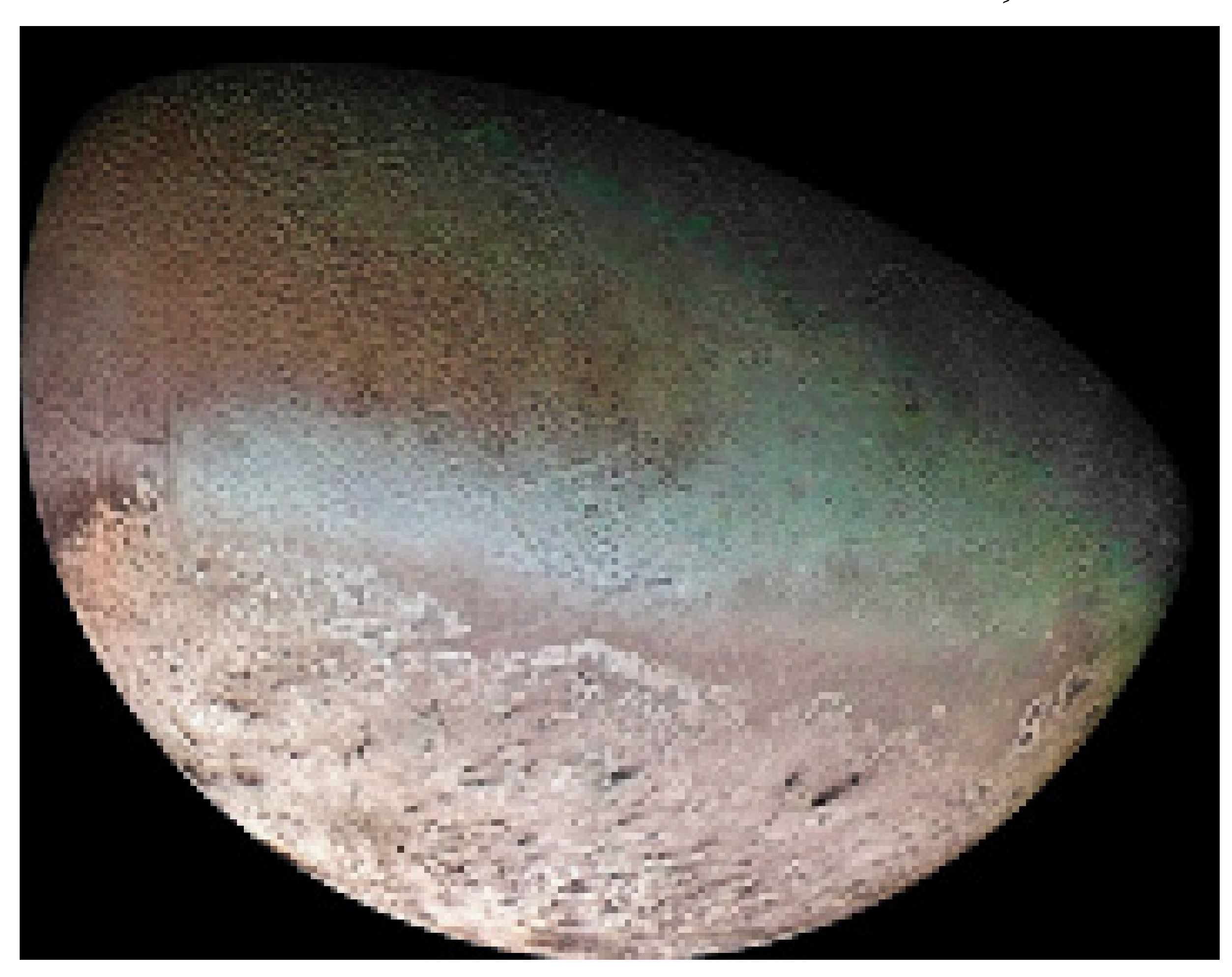
سيستمرُّ الغِلافُ الجويُّ للشمسِ في التوسعِ والاحمرارِ والتضخمِ حتى يَتَيَبَّسَ سطحُ المريخِ الذي سيَتَشَقَّقُ ويتفحَّمُ. فإلى أينَ سينتقِلُ البشرُ بعدَ ذلكَ؟

بحلولِ ذلكَ الوقتِ، سيكونُ ضوءُ الشمسِ الشديدُ وحرارتُها القائظةُ قد قَطَعَا كلَّ المسافةِ وصولاً إلى نظامِ المشترِي. وستتبدَّدُ سحبُ الأَمونيا والماءِ الموجودةُ بذلكَ الكوكبِ في الفضاءِ كبخارِ الماءِ. ولأولِ مرةٍ، ستنكشِفُ الطبقاتُ الخفيةُ الأكثرُ شحوبًا الموجودةُ تحتَ غلافِهِ الجويِّ العلويِّ المبهرجِ. فهل يُمكنُنَا استيطانُ أحدِ أقمارِ المشتري المتجمدةِ؟ ستذوبُ طبقاتُ الجليدِ السميكةُ الْمُغَلِّفَةُ لقمرَيْ يوروبا وكاليستو، كاشفةً المحيطاتِ السائلةَ تحتَ ضوءِ الشمسِ الحارقِ الذي صارَ أشدَّ ألفَ مرةٍ مِن ذي قبلُ. وسيُحَرِّرُ ذلكَ كمياتٍ كبيرةً من بخارِ الماءِ، وهو ما سيتسبَّبُ في بدءِ تأثيرِ دفيءٍ جامحٍ.

وستبدَأُ تشققاتٌ في الانتشارِ على سطحِ القمرِ جانيميد، وهو كرةٌ جليديةٌ أخرى، مع اندفاعِ فواراتِ ساخنةٍ مِن الماءِ المتحرِّرِ حديثًا لآلافِ الأقدامِ مِن سطحِ هذا القمرِ. وسيندفِعُ هذا الماءُ إلى الخارجِ نحوَ الفضاءِ قبلَ أن ينزلَ في صورةِ أمطارٍ على القمرِ الذي صارتِ السوائلُ تُغَطِّيهِ على نحوٍ متزايدٍ. وسيَصِيرُ الغلافُ الجويُّ للقمرِ جانيميد، الذي كانَ قليلَ السمكِ في السابقِ، مُشبعًا بالبخارِ وكثيفًا. ولو كانَ ثمةَ حياةٌ تَسْبَحُ في تلكَ المحيطاتِ منذُ البدايةِ، فستكونُ هذهِ فرصةً جيدةً لها لتزدهِرَ وتتطوَّرَ. وسيصبحُ جانيميد ملكًا لتلكَ الكائناتِ إذن. سيكونُ مَلِكَهُمْ وحدَهُم، لأنَّ البشرَ سَيَرْغَبُونَ بأن يكُونَ موطنُهُم الجديدُ على بعدِ مسافةٍ أكثرَ أمانًا من الشمسِ.

ولن يكونَ ذلكَ الموطنُ الجديدُ هو زحلَ، الذي ستجردُه الشمسُ المحمومةُ حديثًا من مجدِهِ، وستزولُ عنه حلقاتُهُ. ولن يعيشَ أيضًا قمرُهُ تيتان، الذي ستسلُبُهُ الشمسُ ماءَهُ وغلافَهُ الجويَّ. ولن نتمكنَ كذلكَ من استيطانِ أورانوس أو نبتون؛ إذ سَيُمْنَى سطحُهُما بضرباتِ برقٍ شديدةٍ.

وفي الوقتِ الذي قَدْ يبدو فيه أننا لم يَتَبَقَّ أمامَنا أيُّ عوالمَ ممكنةٍ، سيظهَرُ أمامَنَا ترايتون، وهو أحدُ أقمارِ نبتون. فذلكَ القمرُ، الذي يحمِلُ اسمَ ابنِ إلهِ البحرِ الرومانيِّ، سيستفيدُ كثيرًا -على الأقلِّ مِن وجهةِ نظرِنا- من تحوُّلِ الشمسِ إلى نجمٍ أحمرَ ضخمٍ. يبدو ترايتون حاليًّا أشبهَ بثمرةِ الكنتالوب، لكنْ عندَ تمددِ الشمسِ نحوَ الخارجِ، سيتحوَّلُ ترايتون إلى مكانٍ يَضُمُّ قممَ جبالٍ شاهقةٍ مغطاةٍ بجليدٍ مشوبٍ بلونٍ ورديٍّ مِن النجمِ الأحمرِ الضخمِ الموجودِ في السماءِ الذي صارَ أكبرَ سبعَ مراتٍ مِن الشمسِ في عصرِنا الحاليّ. وعندما تذيبُ الشمسُ الحمراءُ الضخمةُ جليدَ الأمونيا والماءِ على سطحِ ذلكَ القمرِ الباردِ، ستنتجُ محيطًا ضخمًا.



مرَّتِ المركبةُ «فوياجر 2» بجوارِ ترايتون، أكبرِ أقمارِ نبتون، وأرسلَتْ صورًا لسطحِهِ المجعدِ ذي البراكينِ الجليديةِ النشطةِ المكوَّنَةِ على الأرجحِ مِن مركباتِ الميثانِ والغبارِ والنيتروجينِ.

لو استطاعَتْ ذريتُنا البعيدةُ الوصولَ إلى ترايتون، فسيعيشونَ بإيقاعاتٍ مختلفةٍ عَنْ حياتِنَا الحاليةِ. فسيبلُغُ طولُ اليومِ على ترايتون 144 ساعةً. وستكونُ فصولُ الشتاءِ قاسيةً، ويبلُغُ طولُها حوالَيْ 50 عامًا. لكنَّ ترايتون - بعدَ بضعةِ ملياراتٍ من السنينَ مِن الآنَ - قَد يكونُ موطنًا عظيمًا لنا. فسيحظَى بكلِّ شيءٍ؛ غلافٍ جويٍّ ومحيطاتٍ مائيةٍ ولَبِنَاتِ بناءٍ كيميائيةٍ، وهو ما سيجعَلُ الحياةَ ممكنةً عليه. سيكونُ باردًا بلا شكٍّ، لكنْ ليس أسوأَ بكثيرٍ مِن شمالِ نيويورك في شهرِ يناير. ويَعني ذلكَ التَّمَتُّعَ بتزلجٍ رائعٍ طوالَ العامِ. ومعَ تراجعِ الجاذبيةِ بصورةٍ كبيرةٍ، ستحطمُ قفزاتُ التزلجِ كلَّ الأرقامِ القياسيةِ.

إلا أنه يومًا ما، سَتَسْتَنْزِفُ الشمسُ نفسَها تمامًا، وسينتهِي نعيمُ المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ في ذلكَ المكانِ أيضًا. فعندما تنتهِي مرحلةُ النجمِ العملاقِ الأحمرِ متقدِ الحرارةِ، ستتجرَّدُ الشمسُ لتكشِفَ عن النجمِ القزمِ الأبيضِ الصغيرِ الموجودِ بالداخلِ، وهو نجمٌ لَنْ يَمْلِكَ ما يكفي من الطاقةِ حتى لتدفئةِ أبنائِهِ القليلينَ الناجينَ. وستتجمَّدُ أقمارُ المجموعةِ الشمسيةِ الخارجية مرةً أخرى.

لذا، إذا كنا نَبْحَثُ عن موطنٍ جديدٍ صالحٍ للحياةِ لفترةٍ طويلةٍ - لِنقُلْ أكثرَ منْ مجردِ بضعِ مئاتِ الملايينِ مِن السنينَ - فسيكونُ علينا الارتحالُ لمسافةٍ أبعدَ. سوفَ يكونُ لزامًا علينا مغادرةُ مجموعتِنَا الشمسيةِ وخوضُ الفضاءِ السحيقِ بينَ النجومِ.

أعلمُ ما تُفكرون به: هل سنُغَامِرُ بالارتحالِ إلى النجومِ البعيدةِ؟ لقد سَبَقَ أن قُمنا ببضعِ خطواتٍ صغيرةٍ إلى القمرِ قبلَ أن نفقِدَ عزيمتَنَا ونهرَعَ عائدينَ إلى الأرضِ. ما الذي يجعلُنا نعتقِدُ أنَّ بإمكانِنا النجاةَ من رحلةٍ بينَ نجومٍ يبعُدُ أقربُها مائةَ مليونِ مرةٍ عن قمرِنا؟ أَلَنْ يَبْتلِعَ المجهولُ العظيمُ سُفُنَنَا الصغيرةَ؟

أعتقدُ أنَّ بإمكانِنا تحقيقَ النجاحِ. لماذا؟ لأنَّنَا سبقَ أَن فَعَلْنا ذلكَ.



نحلمُ نحنُ البَشَرَ بالإبحارِ بينَ عوالمِ مجرةِ دربِ التبانةِ الأشبهِ بالجزرِ، فنلْتقِطُ الفوتوناتِ بأشرعتِنا الضوئيةِ، ونتجرَّأُ على تجاوزِ نقطةِ اللاعودةِ. لقدْ مَرَرْنَا بهذهِ التجربةِ من قبلُ. فكانتْ هناكَ، قديمًا، مجموعةٌ مِن البشرِ اختارُوا المجهولَ، وخاطَرُوا بكلِّ شيءٍ لخوضِ بحارٍ مجهولةٍ، وكُوفِئُوا على شجاعتِهِم بأن عَثَرُوا على الفردوسِ. نُطلق على هؤلاءِ الناسِ اسمَ لابيتا، لكنَّ ذلكَ لم يَكُنِ اسمَهُم؛ وإنما كانَ نتيجةَ سوءِ فهمٍ حدَثَ قبلَ عقودٍ عِندما بَدَأْنا لأولِ مرةٍ في اكتشافِ الشظياتِ المتكسرةِ لمصنوعاتِهِمُ الفخاريةِ. إنهم في نظرِي ليسوا شعبَ لابيتا، وإنما همُ الرحَّالةُ، وهو اسمٌ هُم أكثرُ استحقاقًا له. قبلَ نحوِ عشرةِ آلافِ عامٍ، عندما بدأَ عددُ سكانِ المستوطناتِ في جنوبِ الصينِ يتزايدُ تزايدًا كبيرًا، اختارَ أولئكَ الرحَّالةُ أن يكونوا أولَ مَن يَعبُرُ الحدودَ الجنوبيةَ إلى ما يُعرَفُ الآنَ بتايوان. واستقرُّوا سعداءَ هناكَ لآلافِ السنينَ حتى بدأَ المكانُ في الازدحامِ مجددًا.

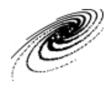
مِثْلَمَا نَضِجْنا نحنُ البشرَ على هذا الكوكبِ في نوعٍ مِن العزلِة الكونيةِ حَيْثُ حُرِمنا من أيِّ أملٍ في معرفةِ أيِّ شيءٍ عَنِ العوالمِ الأخرى في الكونِ، ناهيكَ عَنِ الوصولِ إليها، كانَ أسلافُنا الأوائلُ - إلى حدٍّ ما - أسرى اليابسةِ. فإذا أرادوا السفرَ لمسافةٍ بعيدةٍ، كانَ عليهِمُ السيرُ إليها. وبعدَ السيرِ إلى أقصى مسافةٍ ممكنةٍ، تَمْنَعُهُم حافَةُ الماءِ مِن استكمالِ المسيرِ. كانَ ذلكَ قبلَ عصرِ حضاراتِ ركوبِ البحارِ العظيمةِ، مثْلَ الحضارةِ الفينيقيةِ في الشرقِ الأوسطِ والحضارةِ المينوسيةِ في جزيرةِ كريت. وعلى مدى معظمِ تاريخِ أولئكَ الأسلافِ، تَشَبَّثُوا بالشاطئِ؛ فحَرَصُوا على إبقاءِ اليابسةِ على مرمَى نَظَرِهِم في أثناءِ الصيدِ ورحلاتِهِم التجاريةِ. وكانَ ذلكَ هو حافَةَ المحيطِ الكونيِّ بالنسبةِ لهم.

لا نعرِفُ ما الذي ألهم الرحَّالَةَ في المرةِ الأولَى لخوض تجربةٍ بدتْ مستحيلةً. فكانوا يعيشونَ على صفيحةٍ تكتونيةٍ كثُرت فيها الزلازلُ والثوراتُ البركانيةُ. فهل فقدوا ثِقتَهم في الأرضِ التي كانوا يعيشونَ عليها، أم كانَ لهم جيرانٌ عدوانيونَ جَعَلُوهم لا يحتملونَ الحياةَ هُناك؟ هل هدَّدَ

تغيُّرٌ في المناخِ سُبُلَ عيشِهِم؟ هل كانتْ هناكَ ضغوطٌ سكانيةٌ جديدةٌ؟ هل بَدَءُوا في استنفادِ مواردِ جزيرتِهِم بسببِ الصيدِ الجائرِ للحيواناتِ والأسماكِ؟ أم أنَّ غريزةً بشريةً متأصِّلَةً فيهم جعلَتْهم يرغبونَ في معرفةِ ما يُوجَدُ خارجَ إطارِ معرفتِهِم والوصولِ إلى مسافةٍ غامضةٍ مهما كانتْ خطورتُها المحتملةُ؟ بغضِّ النظرِ عَن دوافِعِهِم، فَقَدْ تَغَلَّبُوا على خوفِهِم بمرورِ الزمنِ وبَدَءُوا في رحلةٍ مَلحميةٍ جريئةٍ.

أتخيَّلُ صباحَ أحدِ الأيامِ انشغلَ فيه كلُّ مَن في القريةِ، صغارًا وكبارًا، بالإعدادِ لرحلةٍ لا تُشبِهُ أيَّ رحلةٍ أخرى. ينتزِعُ الرجالُ اللِّحاءَ مِنَ الأشجارِ، بينما يَربِطُ آخرونَ ألواحًا خشبيةً معًا ويَحيكونَ أشرعةً مِن البوصِ. والنساءُ تَصْنَعْنَ خطاطيفَ لسناراتِ السمكِ مِن العظامِ والحجارةِ. وتُهَيِّئُ لي مخيلتي أنَّ القريةَ بأكملِها تجتمِعُ عندَ حافةِ الماءِ حَيْثُ يَصْطَفُّ عشرونَ زورقًا مزدوجًا على الشاطئِ، جزءٌ منها في الرمالِ والجزءُ الآخرُ في المياهِ الضحلةِ. وقد حُمِّلتْ عليها حيواناتٌ صغيرةٌ مُسْتَأْنَسَةٌ، مثلَ الكلابِ والخنازيرِ والدجاجِ، ونباتاتُ أرزٍ وفاكهةٌ في أصصٍ، وأكوامٌ مِن البطاطا الحلوةِ، وطيورُ فرقاطٍ صغيرةٌ تزقزقُ في أقفاصٍ.

يبدأُ لونُ السماءِ في التغيرِ شرقًا، مع ظهورِ أولِ علامةٍ للشمسِ في الأفقِ. كانتْ تلكَ العلامةُ إشارةً للرحَّالَةِ للصعودِ على متنِ قَوَارِبِهِمْ والإبحارِ. وبينما كانوا يَبْتَعِدُونَ، لوَّحَ لهم كبارُ السنِّ مِن أهلِ القريةِ، وغيرُهُم ممنِ اختارُوا البقاءَ، في تشجيعٍ وفخرٍ. وبَسَطَتْ كلُّ الزوارقِ العشرينَ في المجموعة أَشْرِعَتَهَا المصنوعةَ منْ جذوعِ النخيلِ التي تحمِلُ التصاميمَ الهندسيةَ ذاتَها لوشومِ تلكَ المجموعةِ مِن البشرِ ومصنوعاتِهِم الفخاريةِ. وبينما خَفَقَتِ الأشرعةُ مَعَ الرياحِ، تحرَّكَتِ السفنُ في مشهدٍ مَهِيبٍ نحوَ المجهولِ العظيمِ واختفَتْ في الأفقِ.



بعدَ أسابيعَ، لم تكُنِ الزوارقُ قد رأتْ شيئًا بعدُ سوى الماءِ. ولم يَتَبَقَّ منها سوى 15 زورقًا يَتَمَايَلُ فوقَ أمواجِ المحيطِ. وبدا الناسُ العطشى الجائعونَ أكثرَ نحافةً وسمرةً بسببِ الشمسِ.

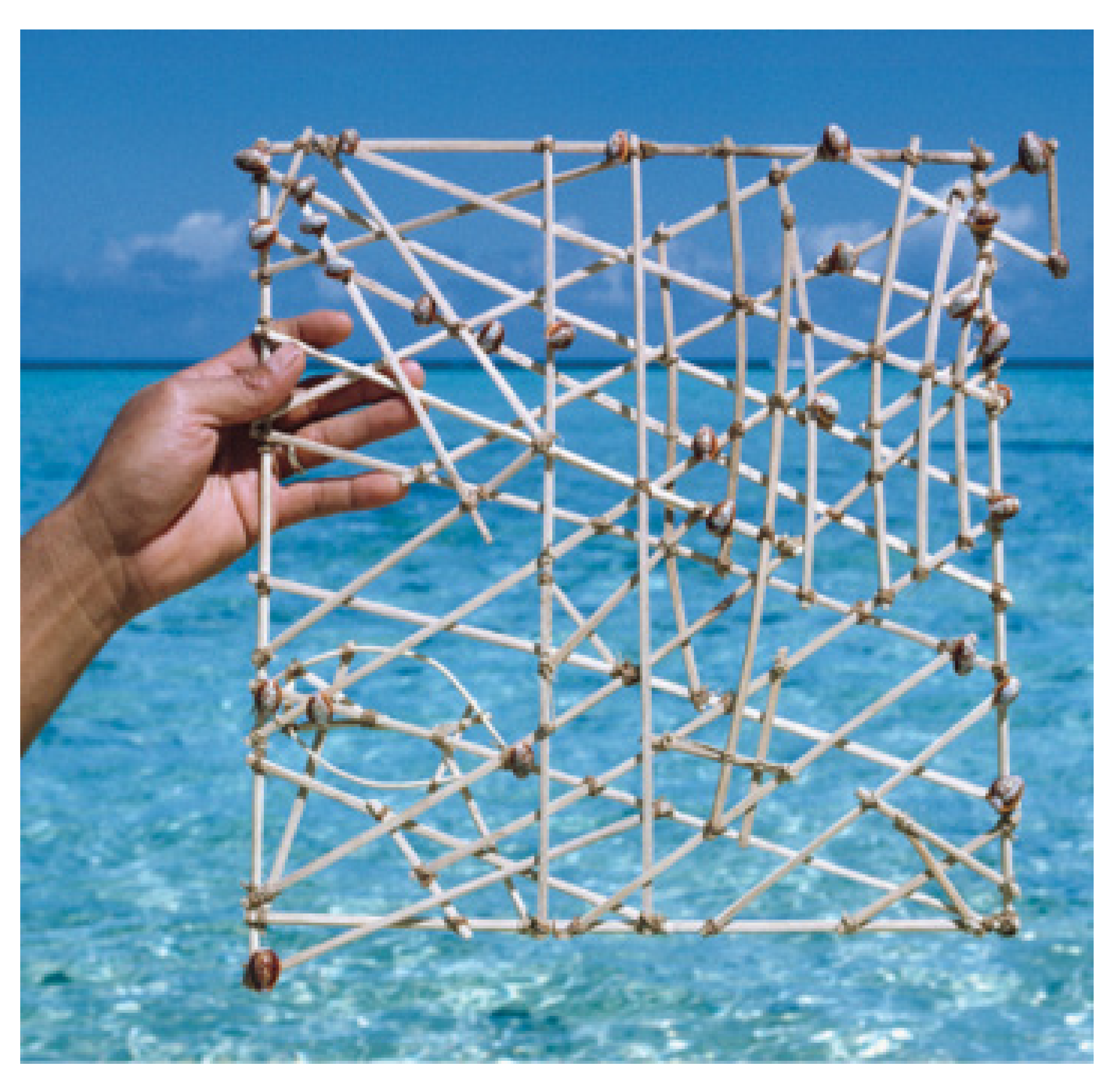
وعكسَتْ أعينُهُم نظرةَ تعبٍ وخوفٍ شاردةً. ووقفَ ملاَّحٌ بأحدِ الزوارقِ على مقدمةِ الزورقِ، مُستخدمًا أصابعَ يدِه وقد بسَطها كأنَّها آلةُ السدسِ للملاحةِ مسترشدًا بالنجومِ. وأشارَ بِسَبَّابَتِهِ إلى النجمِ الساطعِ الذي نُسمِّيهِ سُهَيل وبِإِبْهَامِهِ إلى الأسفلِ نحوَ الأفقِ ليقرأَ مكانَ السفينةِ. وَنَظَرَ إلى خريطةٍ منسوجةٍ على سطحِ الزورقِ، حيثُ نُظِمتْ أصدافٌ بحريةٌ وقطعٌ مِن الصخورِ والعظامِ بمهارةٍ لتشكِّلَ نقاطَ البوصلةِ.

تَجَمَّعَتِ السحبُ، فحجبتِ النجومَ، ويُمكنُنِي تصورُ القلقِ الذي بدا على وجهِ الملاَّحِ، وكيفَ سَقَطَتْ نظرتُهُ على طيورِ الفرقاطِ في أقفاصِها، التي كانتْ قد كَبِرَتْ منذُ أن غادرتِ الوطنَ.

ذاتَ صباحٍ، بعدَ مرورِ بضعةِ أيامٍ، ظلَّتْ لا تَتَبَدَّى في الأفقِ أيُّ دلالةٍ على اليابسةِ. وكانَتْ شفاهُ الرحَّالةِ قَدْ تَقَرَّحَتْ بفعلِ أشعةِ الشمسِ والعطشِ. وأخيرًا، ظهرَ وميضُ برقٍ في السماءِ، وبدأتْ تُمطِرُ. حَرَصوا مبتهجينَ على مَلْءِ مصنوعاتِهِم الفخاريةِ بأكبرِ قدرٍ ممكنٍ مِن المطرِ، لكنَّ البحرَ بَدَأَ يَهِيجُ مع هبوبِ العاصفةِ. وارتفعتْ موجاتٌ عاتيةٌ وتلاطمتْ على الزوارقِ. ولم يمرَّ وقتٌ طويلٌ، حتى غابتْ عَنْ نَظَرِهِم ثلاثةٌ مِن الزوارقِ، ولم يَرَوْها مجددًا أبدًا.

وبعدَ أيامٍ، لم يَتَبَقَّ سوى اثنَيْ عَشَرَ زورقًا. وهدأَ البحرُ مجددًا، لكنَّ آنيةَ المياهِ تحطَّمَتْ، وانجرفَ الكثيرُ مِن مؤنِهِم عَنْ سطحِ الزوارقِ. وظلَّ الأفقُ يخلُو مِن أيِّ بادرةٍ ليابسةٍ. أخذَ بعضُ الرحَّالَةِ يصطادون السمكَ في فتورٍ بخطافاتِهم المصنوعةِ مِن العظامِ، بينما انشغلَ آخرون بإصلاحِ أشرعتِهِم المصنوعةِ مِن أوراقِ نباتِ الكاذي بإبرٍ عظميةٍ وخيوطٍ نباتيةٍ. ومرَّر رجلٌ يَدَهُ في المياهِ عمدًا، ساعيًا لاكتشافِ أيِّ تغيراتٍ في تيارِ المياهِ أو درجةِ حرارتها. أخذَ طائرُ فرقاطٍ يقفِزُ متعثرًا داخلَ قفصِهِ، فحدَّقَ فيه الملاَّحُ وهو يفكِّرُ. وعلى حينِ غرةٍ، ارتفعَ البحرُ كالجبلِ بَيْنَ الزوارقِ، فرأوا

كان مستكشفُو الطرقِ في المحيطِ الهادئِ يحددونَ مواقعَ الجزرِ القصيةِ باستخدامِ أليافِ جوزِ الهندِ



والصدفِ. أشارَ الصدفُ إلى الجزرِ والشعابِ المرجانيةِ الحلقيةِ، بينمَا أشارتْ نقاطُ تقاطعِ العصيِّ إلى موجاتِ المحيطِ وتياراتِهِ. كان الملاحُ يدرسُ هذا التشكيلَ ويتركُ خريطةَ العصيِّ هذه ويتبعُها منَ الذاكرةِ.

حوتًا أزرقَ! قضَوا لحظةً في خوفٍ ورهبةٍ حينَ اندفعَ الماءُ من فتحةِ نفثِ الحوتِ. ثُمَّ -وبالسرعةِ نفسِها- هبطتِ المياهُ؛ إذ عادَ الحوتُ إلى الأعماقِ.

مرَّ أسبوعٌ آخرُ، ونظر الملاَّحُ إلى طائرِ الفرقاطِ مرةً أخرى، وكان قَدْ عَقَدَ العزمَ. فالتقطَ القفصَ بقوةٍ، بينما الطائرُ يقفِزُ بجنونٍ داخلَهُ، وفَتَحَ مزلاجَ البابِ، وأمسكَ بالطائرِ في يَدَيْهِ.

وصاحَ بأعلَى صوتِهِ بلغتِهِ: «أَرْشِدْنَا إلى الطريقِ!» . ورفعَ يَدَيْهِ ليُطلِقَ الطائرَ. وتابعتْ كلُّ العيونِ مَسَارَ الطائرِ.



يمكِنُ لطيورِ الفرقاطِ المذهلةِ، التي تَزِيدُ المسافةُ بيْنَ جناحَيْهَا على سبعةِ أقدامٍ، أن تظلَّ محلقةً عاليًا لأشهرٍ. وقد شاركتِ المستكشفينَ الأوائلَ للمحيطِ الهادئِ من شَعْبَي لابيتا وبولنيزيا في العثورِ على اليابسةِ.

استخدمَ الرحَّالةُ الملاحظاتِ الدقيقةَ لأسلافِهِم، على مدى أجيالٍ، لتطويرِ أساليبَ ملاحيةٍ لا تَزَالُ صالحةً للاستخدامِ حتى يومِنَا هذا. فكانتْ أنماطُ طيرانِ الطيورِ المهاجرةِ الموسميةِ هي نظامَ تحديدِ المواقعِ العالمي GPS الخاصَّ بهم. وكانَ بإمكانِ الرحَّالةِ قراءةُ المياهِ، والشعورُ

بتياراتِ المحيطِ بين أطرافِ أصابِعِهم، وقراءةُ الرسائلِ المكتوبةِ في السحبِ. كانوا علماءَ، والطبيعةُ بأكملِها مُخْتَبَرَهُم.

يُمكنني تخيُّلُ الوقتِ الذي كانَ الناجونَ على استعدادٍ فيه للتخلِّي عن أيِّ أملٍ. كانَ الناسُ جالسينَ في الزوارقِ الثمانيةِ المتبقيةِ متهدلينَ في يأسٍ، عندما نظرتِ امرأةٌ مِن بينِهِم مُصَادَفَةً نحوَ سحابةٍ في الأفقِ. بالنسبةِ لنا، كانتْ تلك السحابةُ ستبدو مثلَ أيِّ سحابةٍ أخرى، لكنَّ المرأةَ رأتْ أَنَّ الجانبَ السفليَّ للسحابةِ مَشُوبٌ بلونٍ أخضرَ خَفِيفٍ. وربما انعقدَ لسانُها للحظةٍ مِن فَرْطِ الإثارةِ، لكنَّهَا تمكَّنَتْ بعدَ ذلكَ مِن إطلاقِ صيحةٍ أفاقَتِ الجميعَ من سُبَاتِهِم: «يَابِسَة!». فعدَّلَ الرحَّالَةُ أشرعتَهم، وبَدَءُوا في التجديفِ بجنونٍ في اتجاهِ السحابةِ. فبدتْ لهم جزيرةُ مافوليس، وهي الجزيرةُ الوارفةُ التي تَقَعُ في أقصى شمالِ الفلبين.

سحَبَ الرحَّالَةُ الناجونَ الزوارقَ إلى الشاطئ. وكانتْ جزرُ الفلبين هي أولَ مكانٍ استقرُّوا فيه. وبعدَ البقاءِ هُناك لألفِ عامٍ، كانوا مستعدِّينَ للإبحارِ مجددًا. فنظمتْ أجيالٌ جديدةٌ مِن الرحَّالةِ، وهم البولنيزيون، بعثاتٍ ناجحةً لاستكشافِ إندونيسيا، والجزرِ الميلانيزيةِ وفانواتو وفيجي وساموا وصولاً إلى جزرِ ماركيساس، وبعدَها إلى أكثرِ مجموعةِ جزرٍ معزولةٍ على سطحِ الأرضِ، وهي جزرُ هاواي، ومنها إلى تاهيتي وتونجا ونيوزيلندا وجزرِ بيتكيرن والفصح. وامتدتْ إمبراطوريتُهُم البحريةُ لنحوِ 20 مليونَ ميلٍ مربعٍ مِن البحرِ. وحقَّقُوا ذلكَ دونَ استخدامِ مسمارٍ واحدٍ أو أداةٍ معدنيةٍ واحدةٍ مِن أيِّ نوعٍ.

وبمرورِ الوقتِ، قلَّ الاتصالُ بَيْنَ الجزرِ، وتطوَّرت اللغةُ التي جَلَبَهَا البولنيزيونَ معهم إلى عدةِ لغاتٍ منعزلةٍ. وتغيَّرَ الكثيرُ مِن الكلماتِ، لكنَّ كلمةً واحدةً بَقِيَتْ كما هي في كلِّ لغاتِ المحيطِ الهادئِ مترامي الأطرافِ، ألا وهي كلمةُ layar التي تَعني «إبحار».

لو تَمَكَّنَّا مِن الإبحارِ في المحيطِ الكونيِّ بالمهارةِ نفسِها التي أبحرَ بِهَا أسلافُنا في المحيطِ الهادئِ، أعلمُ حينَها ما سَأَفْعَلُ. لن أَتَوَجَّهَ إلى أيِّ عالمٍ مُحَدَّدٍ، وإنما إلى مكانٍ خالٍ على بعدِ 50

مليارَ ميلٍ مِنَ الشمسِ.



لقد دَرَسَ الإنسانُ الضوءَ لآلافِ الأعوامِ، والجاذبيةَ لقرونٍ. وتضمَّنَتْ رؤى آينشتاين العديدةُ فهمًا للطريقة التي يُمكِنُ للضوءِ والجاذبيةِ التأثيرُ على بعضِهما. فالطريقة التي تَثْنِي بها الجاذبيةُ الضوءَ تَجْعَلُ مِن الممكنِ تحويلَ أيِّ نجمٍ، بما في ذلكَ شمسُنا، إلى نوعٍ مِن العدساتِ لتليسكوبٍ كونيٍّ يبلُغُ طولُهُ 50 مليارَ ميلٍ. ويمكن لأقوَى تليسكوباتِنا الموجودةِ في الفضاءِ حاليًّا رؤيةُ عوالِمِ الشموسِ الأخرَى كنقاطٍ فحسبُ. أما التليسكوبُ الكونيُّ، فيُمكنُه مَنْحُنَا صورًا مفصلةً للجبالِ والمحيطاتِ والأنهارِ الجليديةِ، وربما أيضًا للمُدُنِ، الموجودةِ في تلكَ العوالِمِ.

كيفَ يَعْمَلُ التليسكوبُ الكونيُّ؟ تَجْمَعُ مصفوفةُ كاشفاتِ التليسكوبِ الكونيِّ الضوءَ المرتدَّ مِن عالمٍ بَعِيدٍ، ثم تُرسِلُ إشارةً إلى الأرضِ، لتُصبِحَ في الواقعِ «عدسةً عينيةً» للتليسكوبِ الكونيِّ. وتكونُ الشمسُ، وهي أسطعُ نجومِ سمائِنا، عدستَهُ. والتليسكوبُ في مُجْمَلِهِ سيبدُو كقطعةِ مجوهراتٍ بفعلِ الخيوطِ الفضيةِ والماسةِ الصفراءِ (الشمس) التي تتوسَّطُهُ. كيفَ يُمكِنُ، إذن، لنجمٍ لا يُمكِنُنَا الرؤيةُ عَبْرَهُ أن يتحوَّلَ إلى عدسةٍ؟ عندما تمرُّ أشعةُ الضوءِ المنعكسِ مِن كوكبٍ بعيدٍ على مسافةٍ قريبةٍ للغايةِ مِن الشمسِ، تَثني جاذبيةُ الشمسِ تلكَ الأشعةَ بدرجةٍ بسيطةٍ للغايةِ. والمكانُ الذي تَتَجَمَّعُ فيه تلكَ الأشعةُ في الفضاءِ يُسمَّى البؤرةَ؛ لأنه المكانُ الذي يُصبِحُ فيه الجِرمُ الذي ننظرُ إليه في بؤرةِ التركيزِ.

ما الذي يُمكِنُكَ رؤيتُهُ عبرَ تليسكوبٍ يبلُغُ طولُهُ 50 مليار ميلٍ؟ تقريبًا يمكنُكَ أَنْ تَرَى أيَّ شيءٍ تريدُهُ. فأفضلُ تليسكوباتِ جاليليو كانَ بإمكانِها تكبيرُ الصورةِ 30 مرةً؛ لتجعَلَ عالَمًا مثلَ المشتري يبدُو أقربَ 30 مرةً. أما تليسكوبُنا الكونيُّ، فيُمكِنُه جعلُ الأشياءِ تبدو أقربَ100 مليار مرةٍ. ويُمكنُنا توجيهُهُ في أيِّ اتجاهٍ تقريبًا. فتتحرَّكُ مصفوفةُ الكاشفاتِ به 360 درجةً حَولَ الشمسِ. ويُوجَدُ جزءٌ واحدٌ فَقَطْ من الكونِ يَقَعُ خارجَ نطاقِ رؤيتِنا، وهو قلبُ مجرةِ دربِ التبانةِ

الساطعِ لدرجةٍ تُعْمِي الأبصارَ. إلا أنه باستخدامِ تليسكوبٍ مثلَ هذا التليسكوبِ الكونيِّ، سيصيرُ بإمكانِنا رؤيةُ الكثيرِ مِن الأشياءِ الأخرى التي استعصَى علينا رؤيتُها في السابقِ.

فسيُمْكِنُنَا فحصُ الغازاتِ في الغلافِ الجويِّ لعالمٍ قَصِيٍّ، وسنتمكَّنُ مِن معرفةِ ما إذا كانتْ هُنَاكَ حياةٌ عَلَيْهِ أَمْ لا. فالجزيئاتُ لها ألوانٌ مُحَدَّدَةٌ تُمَيِّزُهَا. وإذا نَظَرْنَا إلى الغلافِ الجويِّ عبرَ مطيافٍ - وهو الآلةُ التي تُحَلِّلُ الضوءَ إلى الألوانِ المكوِّنَةِ له - فسنتمكَّنُ مِن معرفةِ الجزيئاتِ الْمُكَوِّنةِ للغلافِ الجويِّ. وسيكونُ وجودُ الأكسجين والميثان علامةً على وجودِ الحياةِ. ويُمكِنُ لتليسكوبِنا الكونيِّ مَنْحُنَا صورةً كاملةً لسطحِ كاملٍ لعالمٍ قَصِيٍّ.

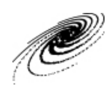
والتليسكوبُ الكونيُّ ليسَ مجردَ تليسكوبٍ بصريٍّ لا يُمكِنُهُ سوى رؤيةِ الضوءِ المرئيِّ، وإنما هو أيضًا تليسكوبٌ راديويٌّ. فمثلَمَا يُمكِنُهُ تكبيرُ الضوءِ القادمِ مِن عوالمَ قصيةٍ بِمقدارِ 100 مليارِ مرةٍ، يُمكِنُهُ فعلُ الأمرِ نفسِهِ للإشاراتِ الراديويةِ. وثمةَ شيءٌ يُطلِقُ عليهِ علماءُ الفلكِ «حفرةُ الماءِ» وهو اسمُ المكانِ الذي تَتَجَمَّعُ عندَهُ الأسودُ والجاموسُ للشربِ والاستحمامِ. وهذا أشبهُ بتوريةٍ علميةٍ؛ لأنَّ ذلكَ المكانَ يوجدُ بين خَطَّيِ انبعاثاتِ الأكسجينِ والهيدروكسيل على الطيفِ. وهذانِ هما مُكَوِّنَا الماءِ، ورمزُهُ H_2O. والحفرةُ المائيةُ الكونيةُ هي منطقةٌ للطيفِ الراديويِّ، حيثُ يكونُ التداخلُ في أقلِّ مستوياتِهِ، وحيثُ يُمْكِنُنَا التنصتُ على أضعفِ الإرسالاتِ بينَ الحضاراتِ البعيدةِ. سنحتاجُ إلى استخدامِ كلِّ قدرتِنا الحاسوبيةِ لفكِّ شفراتِ الإشاراتِ الخفيةِ في التشويشِ. وأتخيَّلُ أنَّ ما سَنَسْمَعُ سيكونُ شيئًا من قبيلِ... «ذرةِ هيدروجين»... «تَرَدُّد رنيني بقوة 1420 ميجاهرتز» ... «ساعدونا، رجاءً» ... «3.1415926» ... «مرحبًا» ... «كثافة البلازما» ... «أحبك» ... «تحذير من وهج نجمي» .... «إحداثيات الموعدِ الغراميِّ 244 , 163» ....

يُعَدُّ هذا التليسكوبُ الضخمُ كذلكَ وسيلةً لإلقاءِ نظرةٍ على الماضي. فلا يمكنُ النظرُ في أنحاءِ الفضاءِ دونَ رؤيةِ جرمٍ مِن الماضي؛ وذلك لأنَّ زمنَ انتقالِ الضوءِ محدودٌ. في الصباحِ، انظُرْ

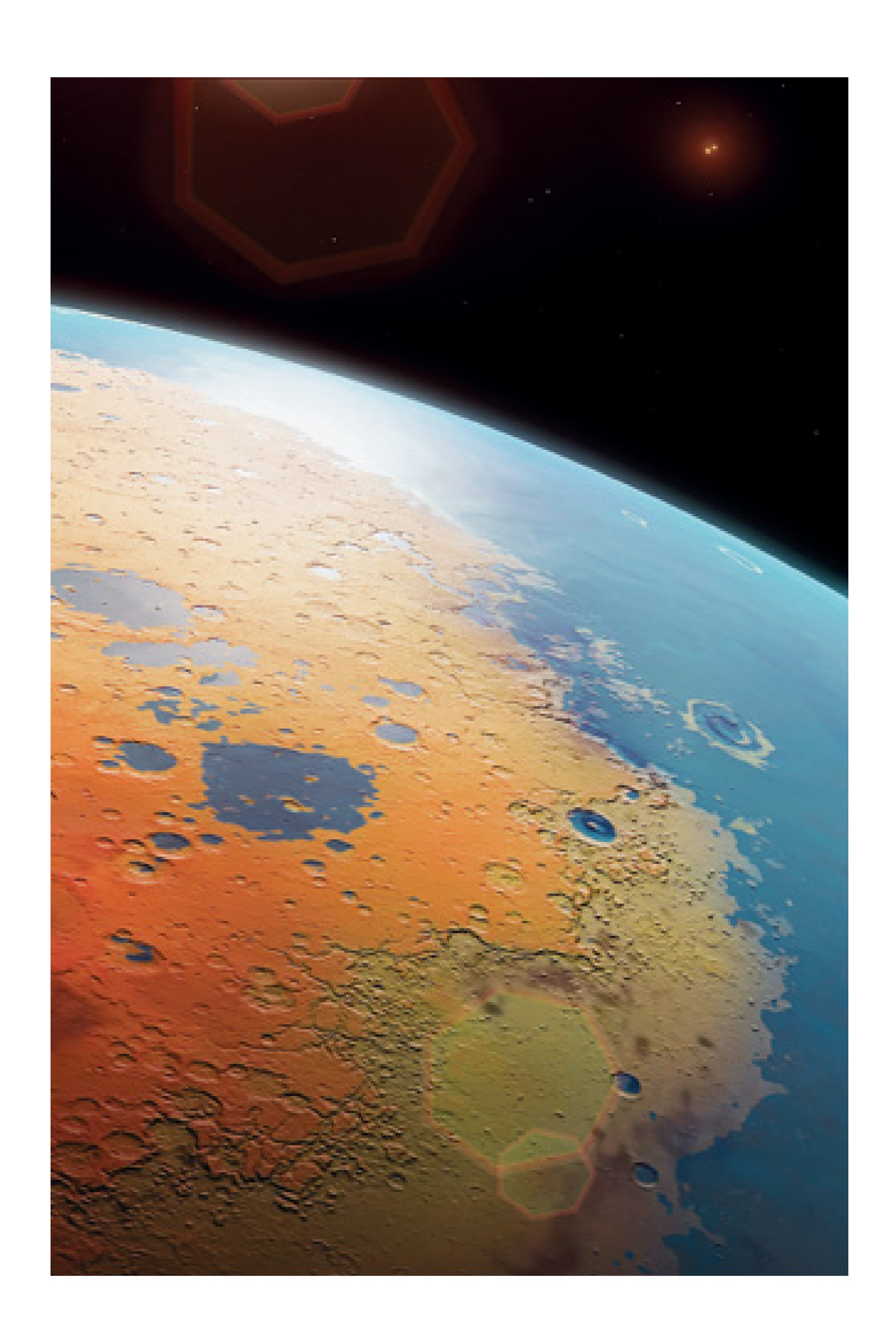
لأعلى نحوَ الشمسِ وسَتَرَاهَا كما كانتْ قَبْلَ ثمانيةِ دقائقَ وعشرينَ ثانيةً. ولن تَرَاهَا في أيِّ صورةٍ أُخرى أبدًا؛ وذلكَ لأنَّ الضوءَ الصادرَ مِن الشمسِ يستغرِقُ هذا الوقتَ ليقطَعَ المسافةَ البالغةَ 93 مليونَ ميلٍ ليصلَ إلى الأرضِ. وعندما نَنْظُرُ إلى أيِّ عالَمٍ عَبْرَ هذا التليسكوبِ، فسنراه في الماضِي.

والآنَ، لنتخيَّلِ التليسكوبَ الكونيَّ لحضارةٍ أخرى. ولْتَكُنْ حضارةً على بُعْدِ 5000 سنةٍ ضوئيةٍ مِن الأرضِ. يُمكِنُ أن يَشْهَدَ علماءُ الفلكِ في ذلكَ العالمِ بناءَ أهراماتِ مصرَ أو يُتَابعُوا الرحَّالةَ البولنيزيين في أثناءِ قطعِهم المحيطَ الهادئَ بشجاعةٍ. لكنْ رُبَّما سيكونُ أهمُّ استخدامٍ لِذَلِكَ التليسكوبِ الكونيِّ هو بَحْثَنَا عن كواكبَ أُخرى شبيهةٍ بأَرْضِنَا.

ما لا يُمكِنُنِي فَهْمُهُ هو لماذا لم نصنَعْ مثلَ هذا التليسكوبِ؛ فنحنُ نعلَمُ بالفعلِ طريقةَ صنعِهِ. ونملِكُ التكنولوجيا بينَ أيدينا في الوقتِ الحاليِّ لفعل ذلكَ. فمتى نودُّ أن يبدأَ المستقبلُ؟



يُرَاوِدُ البشرَ أحلامٌ عظيمةٌ بشأنِ رؤيةِ عوالمَ أخرى والسفرِ إليها واستيطانِها. لكنْ كيفَ نَصِلُ إليها؟ فالنجومُ تبعُدُ عن بعضِها بمسافاتٍ هائلةٍ تجعلُنا بحاجةٍ إلى سفنٍ يُمكِنُهَا حملُ أطقمٍ بشريةٍ لرحلاتٍ هي الأطولُ مِن نوعِها؛ إذ يبعُدُ أقربُ نجمٍ مِن الأرضِ أربعَ سنينَ ضوئيةٍ. وهذا



السطحُ المائيُّ للكوكبِ بروكسيما (b) كما تخيَّلَهُ فنانٌ. ويبدو عن بعدٍ النجمانِ القَزَمانِ ذوا اللونِ الأصفرِ، ألفا سنتوري (A) و(B).

النجمُ هو قنطور الأقرب الذي يبعُدُ 24 تريليونَ ميل. ومرةً أخرى، لتوضيحِ مدى البعدِ الحقيقيِّ لهذِهِ البقعةِ مِن الضوءِ: إذا توجهتْ مركبةُ «فوياجر 1» التابعةُ لناسا التي تتحرَّكُ بسرعةٍ جيدةٍ حقًّا، وهي 38 ألفَ ميلٍ في الساعةِ، إلى النجمِ قنطورِ الأقربِ، فستستغرِقُ حوالَيْ 73 ألفَ عامٍ لِتَصِلَ هناكَ. وهذا ليسَ سوى أقربِ نجمٍ للأرضِ مِن بينِ مئاتِ الملياراتِ مِن النجومِ الموجودةِ في مَجَرَّتِنَا وحدَها!

إذا أَرَدْنا النجاةَ كنوعٍ بشريٍّ بَعْدَ انتهاءِ الحياةِ المتوقعةِ لنا على كوكبِ الأرضِ، يَنْبَغِي أن نَحْذُوَ حَذْوَ البولنيزيين، أي أن نستفيدَ مِمَّا نَعْرِفُهُ عنِ الطبيعةِ ونصنعَ سفنًا يُمْكِنُهَا ركوبُ الضوءِ مثلما تحرَّكت سفنُنا من قبلُ بفعلِ الرياحِ. تخيَّل أسطولاً صغيرًا مِن السفنِ، لكنَّها ليستِ السفينةَ النانويةَ التي بحجمِ حبةِ العدسِ التي ذَكَرْنَاها في الفصلِ الأولِ، وإنما سفنٌ ضخمةٌ يصلُ ارتفاعُ صَوَارِيهَا عدةَ أميالٍ. وعندما يَضْرِبُ فوتونٌ مِن الضوءِ أشرِعَتَهَا الهائلةَ، يَدْفَعُهَا دفعةً بسيطةً. فالأشرعةُ ضَخْمَةٌ، لكنَّها رقيقةٌ للغايةِ، وهذا يَعني أنَّ أبسطَ حركةٍ مِن أيِّ فوتون في الفضاءِ ستدفَعُها على نحوٍ أسرعَ حتى تتحرَّكَ بمقدارِ نسبةٍ كبيرةٍ مِن سرعةِ الضوءِ. وعندما تبتعِدُ السفنُ كثيرًا عَنِ الأرضِ حتى تصبحَ الشمسُ مجردَ نجمٍ بعيدٍ في السماءِ، يُمكِنُ أن تُلقِيَ السفنُ أشعةَ ليزر قويةً مثلَ أطواقِ نجاةٍ في أعقابِها. ويُمكِنُنِي تصورُها وهي تتمايلُ للحظةٍ قبلَ أن تَعْمَلَ أجهزةُ دفعِها النوويةُ، فتَجْعَلُهَا تستقرُّ. تنبعِثُ أشعةٌ مِن ضوءِ الليزرِ منها، وتَشُقُّ الفضاءَ لتهبِطَ على الأشرعةِ. يكونُ الأمرُ أشبهَ بعرضِ أضواءٍ كونيٍّ. فعندما تبتعِدُ كثيرًا عن نجمِكَ ويخفُتُ الضوءُ، يمكنُ لأشعةِ الليزرِ أن تنيرَ الطريقَ.

إذا سافَرْنا بالضوءِ إلى النجمِ قنطور الأقرب بهذِهِ الطريقةِ، فلنْ تستغرقَ الرحلةُ 73 ألفَ سنةٍ، وإنما سوفَ تستغرقُ عشرينَ. وللنجمِ قنطورِ الأقربِ القَزَمِ الأحمرِ نجمانِ أَخَوَانِ، هما ألفا

سنتوري (A) و(B). ولقنطورِ الأقربِ كوكبٌ واحدٌ كذلكَ على الأقلِّ، وهو بروكسيما (b). ويَقَعُ هذا الكوكبُ في المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ المحيطةِ بنجمِهِ، لكنَّنَا لا نعلَمُ بعدُ ما إذا كانَ بإمكانِهِ دعمُ الحياةِ أم لا. فهَلْ يحتوي على نوعٍ مِن المجالِ المغناطيسيِّ الواقي الذي حَمَى تطورَ الحياةِ في عالَمِنا؟ هل يمكنُ أن يُحافِظَ على غلافِهِ الجويِّ في مجابهةِ الرياحِ الشمسيةِ العاتيةِ التي تَزِيدُ قوتُها ألفَيْ مرةٍ عَنِ الرياحِ التي تُرسِلُها شمسُنا نحوَ الأرضِ؟

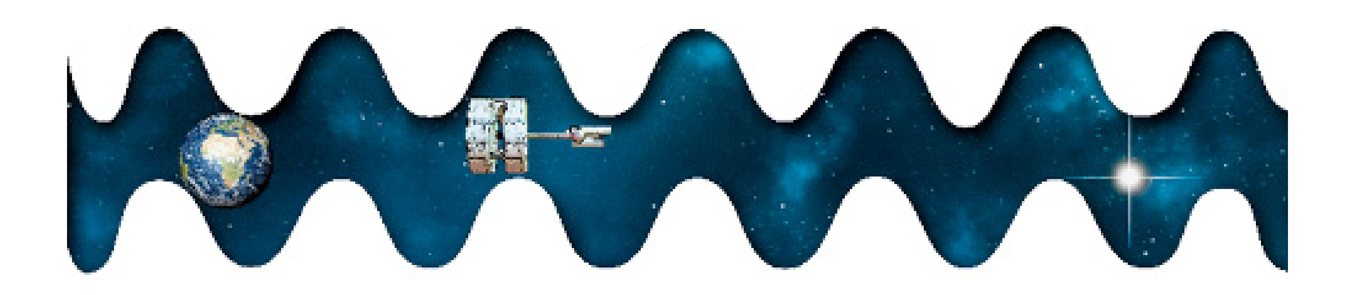


نظرًا لأنَّ الكوكبَ بروكسيما (b) يَقَعُ على مسافةٍ قريبةٍ للغايةِ مِن نجمِهِ، فإنه يدورُ حولَهُ فيما يُعادِلُ 11 يومًا من أيامِ الأرضِ. وهذا الاقترابُ من نجمِهِ بُشرى جيدةٌ للحياةِ؛ لأنَّ النجومَ الحمراءَ القزمةَ تَبْعَثُ بجزءٍ فقطْ مِن الحرارةِ التي تبعثُها شمسُنا. لكنْ إذا كانَ المجالُ المغناطيسيُّ للكوكبِ ضعيفًا أو متقطعًا، فقد لا تسنَحُ الفرصةُ لاستمراريةِ الحياةِ عليه. ومِن التبعاتِ الأخرى لموقعِ كوكبِ بروكسيما (b) القريبِ من نجمِه أنه منغلقٌ مداريًّا، بمعنى أن أحدَ جانِبَيْهِ يُواجِهُ النجمَ بصورةٍ دائمةٍ، بينما الوجهُ الآخرُ محكومٌ عليه بليلٍ لا نهايةَ له.

قد تكونُ هذهِ النجومُ الحمراءُ القَزَمةُ فاترةَ الحرارةِ، لكنَّ لها مستقبلاً طويلاً يمتدُّ لتريليوناتِ السنينَ. ولِتَخَيُّلِ مدى طولِ ذلكَ المستقبلِ، يُمكِنُ تذكرُ أنَّ الكونَ نَفْسَهُ يبلُغُ من العمرِ14 مليار عامٍ، أي أقلَّ مِن واحدٍ في المائةِ من عمرِ تلكَ النجومِ الحمراءِ القَزَمةِ، وهي النجومُ الأكثرُ شيوعًا في الكونِ. ويُمكِنُ لعوالمِ هذه النجومِ أن تنعَمَ في المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ بقدرِ ما بَقِيَتِ

النجومُ نفسُها على قيدِ الحياةِ. ولكَ أَنْ تَتَخَيَّلَ الاستمرارَ والنموَّ المحتملَ لحضارةٍ يُقاسُ مستقبلُها بتريليوناتِ السنينَ.

تَتَّسِمُ الأجواءُ دائمًا بكونِها ساحرةً على قطعةِ الأرضِ التي تَقَعُ بينَ الليلِ والنهارِ في هذا العالمِ المنغلقِ مداريًّا. وإذا كانَ الكوكبُ بروكسيما (b) صالحًا للحياةِ، فإنَّ هذه الحياةَ ستقتصِرُ على منطقةِ الشفقِ تلكَ. وقد تكونُ تلكَ المنطقةُ مقرًّا لأشكالِ الحياةِ الموجودةِ على كوكبِنا، أو مخيمًا محتملاً لذريتِنا. وتفوقُ الجاذبيةُ على بروكسيما (b) جاذبيةَ الأرضِ بنحوِ 10 في المائةِ.ولا يشكِّلُ ذلكَ مشكلةً حقيقيةً لنا؛ فهو أشبهُ بعضَ الشيءِ بممارسةِ التمارينِ الرياضيةِ معَ حملِ أثقالٍ.



رسمٌ يُوَضّحُ كيفَ تمدد سفينةُ فضاءٍ في مشغلِ ألكوبيير المعوجِ الفضاءَ خلفَهَا وتضغطُ الفضاءَ أمامَهَا في أثناءِ سفرِها بسرعةٍ تفوقُ سرعةَ الضوءِ.

وفيما يَخُصُّ الرحلاتِ الأطولَ، التي تَتَجَاوَزُ أقربَ النجومِ إلينا بمسافةٍ كبيرةٍ، فسنحتاجُ فيها إلى قاربٍ أسرعَ. لنفترضْ أننا وَجَدْنَا نظامًا يقعُ على بعدِ نحوِ مائةِ سنةٍ ضوئيةٍ مِنَ الأرضِ ويحتوي على العديدِ مِن العوالمِ التي قد تكونُ صالحةً للحياةِ. لمسافرينَ بسرعةِ الضوءِ، ستستغرِقُ هذه الرحلةُ 500 عامٍ. فهل مِن الممكنِ بناءُ سفينةٍ يُمكِنُها تجاوزُ حدِّ السرعةِ الكونيةِ؟

تصوَّرَ عالمُ فيزياءَ رياضية ميكسيكيٌّ يُدعَى ميجيل ألكوبيير - مستلهمًا أفكارَهُ من المسلسلِ التلفزيونيِّ **Star Trek** - الحساباتِ لسفينةٍ يُمكنُها السفرُ نظريًّا أسرعَ مِن الضوءِ. وفي حالِ نجاحِ ذلكَ التصوُّرِ، يمكنُ أن يُقَلِّلَ من مسافةِ الرحلةِ بينَ الشمسِ وذلكَ النظامِ النجميِّ البعيدِ إلى

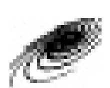
عامٍ واحدٍ أو أقلّ. لكنَّ السؤالَ الذي يَطْرَحُ نفسَهُ هنا هو: أليستْ ثمةَ قاعدةٌ أساسيةٌ في العلمِ تَنُصُّ على أنه لا يُمكِنُنا السفرُ بسرعةٍ تفوقُ سرعةَ الضوءِ؟ نعم، لكن ما يُميِّزُ مُشغل ألكوبيير هو أنه لا يتحرَّك، وإنما الكونُ هو الذي يَتَحَرَّكُ من حولِه. تكونُ السفينةُ نفسُها محاطةً بالفقاعةِ الزمكانيةِ الخاصةِ بها، حيثُ لا تحتاجُ إلى خرقِ أيٍّ من قوانينِ الفيزياءِ. وقد ذلَّلَ الأمريكيُّ هارولد وايت بعضَ العقباتِ التي تَتَعَلَّقُ بهذا الأمرِ، مثلَ المتطلباتِ الهائلةِ على نحوٍ مستحيلٍ مِن الطاقةِ اللازمةِ لجعلِ السفينةِ تطيرُ، وتوصَّلَ إلى أنَّ المركبةَ النجميةَ الأسرعَ مِن الضوءِ ممكنةٌ على الأقلِّ مِن الناحيةِ النظريةِ، ولكنَّها لا تزالُ بعيدةً للغايةِ عن قدرتِنا الحاليةِ.

سفينةُ مشغلِ ألكوبيير هي ماكينةٌ صانعةٌ لموجاتِ الجاذبيةِ تضغَطُ محيطَ الزمكان أمامَها وتمدُّ ذلكَ المحيطَ في أعقابها. وعلى الرغمِ مِن أنَّ مُشَغِّلَ ألكوبيير يبدو ثابتًا، فإن تموجاتِ نسيجِ الزمكان تُضغَط على نحوٍ أكبرَ أمامَهُ، بينما تتمدَّدُ خَلْفَهُ، كدرَّاجاتٍ مائيةٍ تركَبُها مستمتعًا برحلتِكَ في أنحاءِ المجرةِ، قاطعًا ستَّمائةِ تريليونِ ميلٍ في لمحِ البصرِ. وقبلَ أن تُدْرِكَ، تصِلُ إلى نظامِ كواكبِ نجمٍ بعيدٍ. لنطلِقَ عليه نظامَ هوكو، وهو نجمٌ قَزَم أحمرُ تُحِيطُ به حاشيةٌ من الكواكبِ العملاقةِ الصخريةِ والجليديةِ. وفي مكانٍ ما بينَ تلكَ الكواكبِ يُوجَدُ عالمٌ سيكونُ مَوْطِنَنَا. فقد فحصَ تليسكوبُنَا الكونيُّ التخيليُّ (في الوقتِ الحاليِّ) كلَّ النجومِ الواقعةِ في نطاقِ نصفِ قطرٍ يبلُغُ مائةَ سنةٍ ضوئيةٍ، وأشارَ إلى ذلكَ الكوكبِ.

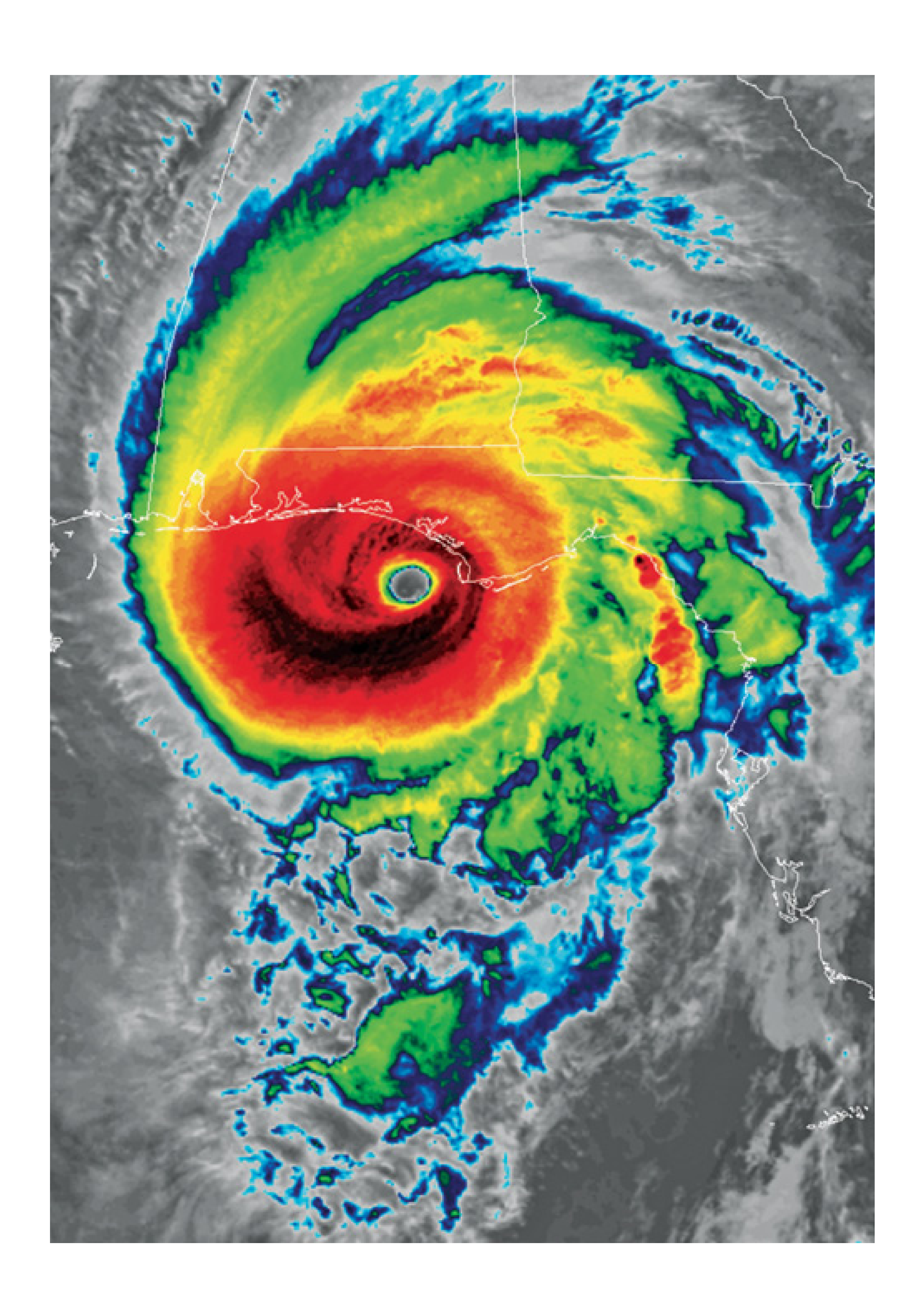
تحتشِدُ كلُّ هذه الكواكبِ السبعةِ التخيليةِ بالقربِ من نَجْمِها على نحو يفوقُ قربَ عطارد مِن شمسِنا. وأبعدُ تلكَ الكواكبِ، واسمُهُ هوميا، أخضرُ بلونِ الزرعِ عندَ خطوطِ العرضِ العليا لِنِصْفَيْهِ الشماليِّ والجنوبيِّ، مع درجةٍ أفتحَ مِن الأخضرِ عندَ خطوطِ العرضِ الموجودةِ في المنتصفِ، وبه سحبٌ أفقيةٌ بيضاءُ طويلةٌ طافيةٌ. ويَقَعُ هوميا عندَ الأطرافِ الخارجيةِ للمنطقةِ الصالحةِ للحياةِ الخاصةِ بالنجمِ هوكو. وتبدُو هذهِ الألوانُ الخضراءُ الدافئةُ جذابةً، لكنَّها ليستْ

قِممًا لغابات. وإنما يَرْجِعُ مصدرُ ذلكَ اللونِ الأخضرِ إلى الميثانِ والأمونيا. وحتى على بُعدِ 27 مليون ميل فقط، يكونُ النجمُ هوكو ضعيفًا لدرجةٍ تَحُولُ دونَ حفاظِهِ على ذلكَ الكوكبِ دافئًا.

على بعدِ مسافةٍ بعيدةٍ للغايةِ ناحيةَ اليمينِ يُوجد تاوهيري، وهو كوكبٌ غازيٌّ عملاقٌ عاصفٌ يُحِيطُ به العشراتُ من الأقمارِ. وناحيةَ اليسارِ يُوجَدُ الكوكبُ أورو بسطحِهِ الرمليِّ الأسودِ وصهارةِ الحديدِ الحمراءِ الشبيهةِ بالعروقِ. نَصِلُ الآنَ إلى البقعةِ الجميلةِ في المنطقةِ الصالحةِ للحياةِ الخاصةِ بالنجمِ هوكو. ففي الأمامِ مباشرةً يُوجَدُ عالَمٌ يَجْمَعُ بينَ اللونَيْنِ الأزرقِ والأخضرِ ويحتوي على قارتَيْنِ كبيرتَيْنِ. إنه الكوكبُ تانجاروا، حيثُ تدورُ أحداثُ أحدثِ فصولِ ملحمةِ الجنسِ البشريِّ. بينما ننزِلُ عبرَ السحبِ التي تُغَطِّي ذلكَ الكوكبَ، تَنْقَشِعُ تلكَ السحبُ، ويَظْهَرُ من بينِ شبورةِ الصباحِ منظرٌ طبيعيٌّ أشبهُ بمنظرِ الأرضِ تُغَطِّيهِ أشجارٌ وأنهارٌ وتلالٌ خضراءُ متماوجةٌ. استغرقَ الأمرُ بضعَ مئاتٍ مِن السنينَ ليحوِّلَ البشرُ ذلكَ العالمَ الخالي من الحياةِ إلى عالمٍ شبيهٍ بالأرضِ. لكنَّ الهواءَ صارَ الآنَ يحمِلُ نسماتِ الأرضِ الجميلةِ. ومع اقترابِنَا أكثرَ مِن السطحِ، نُدرِكُ وجودَ العديدِ مِن المنازلِ، لكنَّها متداخلةٌ مَعَ البيئةِ الطبيعيةِ لدرجةٍ تكادُ تكونُ معها غيرَ مرئيةٍ.



في رحلَتِنا الكونيةِ العظيمةِ، فإن هذا الكوكبَ لن يكونَ إلا إندونيسيا في رحلةِ أجدادِنا الرحَّالة؛ أي إحدى محطاتِ التوقفِ الْمُبَكِّرَةِ في ملحمةِ تَرحالِنا في أنحاءِ مجرةِ دربِ التبانةِ. ولا يزالُ هناكَ العديدُ مِن الجزرِ أمامَنَا. وفي هذا المستقبلِ الحالمِ، الذي يَتَضَمَّنُ سفينةً يُمكِنُها السفرُ أسرعَ مِن الضوءِ، قد يحينُ وقتٌ يُمكِنُنا أن نضعَ فيه تليسكوبَنَا الكونيَّ بعيدًا بما فيهِ الكفايةُ عن كوكَبِنا بحيثُ نَتَمَكَّنُ من مشاهدةِ القصةِ القديمةِ لعالَمِنا والحياةِ عليه ونرى بأنفسِنا أسلافَنا المجهولينَ الذين أَقْلَعُوا لأولِ مرةٍ بسفنِهِم في عرضِ بحارٍ مجهولةٍ.



كانَ إعصارُ مايكل، الذي وَقَعَ في 10 أكتوبر 2018، أسوأَ عاصفةٍ مُسَجَّلَةٍ تضرِبُ شمالَ غربِ ولايةِ فلوريدا الأمريكيةِ. ويُسفِرُ ارتفاعُ درجةِ حرارةِ المحيطِ والغلافِ الجويِّ عن أعاصيرَ أكثرَ فتكًا، وهو ما يُعَدُّ إحدى الخصائصِ الكثيرةِ للعصرِ الجيولوجيِّ الجديدِ المعروفِ باسمِ الأنثروبوسين

| الفصلُ الثاني عشرَ |

النضجُ في عصرِ الأنثروبوسين

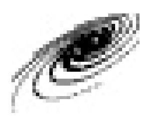
يُوَاجِهُ الجنسُ البشريُّ تحديًا أكثرَ مِن أيِّ وقتٍ مضى لإثباتِ سيادتِهِ، ليس فقطْ على الطبيعةِ، وإنما أيضًا على أنفسِنا.

- راشيل كارسون

الربيعُ الصامتُ



صورةٌ للأرخص، وهو ثورٌ أوراسيٌّ مُنْقَرِضٌ، لكنَّهُ سيعاودُ الظهورَ في وقتٍ قريبٍ بفضلِ الهندسةِ الوراثيةِ، تزيّنُ سقفَ كهفِ لاسكو في فرنسا. وذلكَ الحيوانُ، الذي اتسمَ بقرونِهِ الضخمةِ، هو على الأرجحِ سَلَفُ البقرِ الموجودِ في عصرِنا الحاليّ.



يُمكِنُ أن يُنظَرَ إلى الحضارةِ البشريةِ بوصفِها هبةَ الهولوسين، وهو الفترةُ المعتدلةُ بين الجليديةِ التي بدأتْ قبلَ 11650 عامًا مع بدايةِ آخرِ 30 ثانيةً في عامِ التقويمِ الكونيّ. بوجهٍ عامٍّ لا تتسمُ الفئةُ من العلماءِ الذين يَدْرُسُونَ الأرضَ؛ أي الجُيُولُوجيين، بأنه مِن السهلِ إثارةُ حماسِهم. لكنَّهم فحَصُوا الأدلةَ، وقرَّرَ الكثيرونَ منهم أنَّ الوقتَ قد حانَ لمنحِ عصرنا اسمًا يعكِسُ الأثرَ العالميَّ للجنسِ البشريِّ. ويرونَ أنَّ الحقبةَ التي نَعِيشُها حاليًّا يجبُ أن تُعرَفَ باسمِ الأنثروبوسين، وهي كلمةٌ ذاتُ أصلٍ إغريقيٍّ تتكوَّنُ من كَلِمَتَي anthropos التي تعني «بَشَري» و cene- التي تعني «حَدِيث». ويعبِّر هذا الاسمُ عن الأثرِ العالميِّ للنوعِ البشريِّ على البيئةِ والحياةِ التي تدعَمُها.

متى بدأَ عصرُ الأنثروبوسين؟ ثمةَ خلافٌ حولَ هذهِ المسألةِ. فالبعضُ قد يجادلُ بأنه قد بدأَ في الواقعِ معَ بدءِ فترةِ الهولوسين عندما مارسَ البشرُ الصيدَ الجائرَ لأولِ الأنواعِ الأخرى التي تَسَبَّبْنا في انقراضِها. أتساءلُ عمَّا إذا كانَ أسلافُنا قد رَسَمُوا صورًا على جدرانِ الكهوفِ لحيواناتِ الماموث والليمورِ العملاقِ لتذكُّرِها بصورةٍ ما بعد ذَبْحِهم آخرَ ما تَبَقَّى منها؟ ليس الانقراضُ الناجمُ عن البشرِ بالأمرِ الجديدِ. بيدَ أنَّه لا يُمكِنُنا في الواقعِ لومُ أسلافِنا؛ فلم يكنْ بوُسعِهم رؤيةُ الصورةِ الكاملةِ، وانصبَّ اهتمامُهم بالكاملِ على بقائِهم على قيدِ الحياةِ، فكيفَ كانَ سيتسنى لهم معرفةُ أنَّ عمليةَ القتلِ هذه أو تلكَ ستُسْفِرُ عن القضاءِ على أنواعٍ بأكملِها؟ لقد اقتصرتْ معرفتُهُم على ما كانَ يحدُثُ حولَهُم في اللحظاتِ الراهنةِ فحسبُ.

ربما يكونُ الأنثروبوسين قد بدأَ مع أولِ بذرةٍ زُرِعتْ في الأرضِ، وما تَبِعَها من ثورةٍ زراعيةٍ. فقَبْلَ ذلكَ الوقتِ، احتوى العالمُ على ضعفِ عددِ الأشجارِ التي تمتصُّ ثاني أكسيدِ الكربونِ الموجودَ على الأرضِ وتُصدِرُ الأكسجين. ومع اكتشافِ الزراعةِ، تَوَقَّفَ أسلافُنا عنِ التجوُّلِ ليستقرُّوا في مزارعَ ومدنٍ. وأُزيلَتِ الغاباتُ لتوفيرِ مساحاتٍ للإنشاءاتِ وبناءِ السفنِ التي حَوَّلَتِ البشريةَ -سواءٌ كانَ ذلكَ للخيرِ أو الشرّ- إلى كيانٍ عالميٍّ مترابطٍ.

هَلْ بدأَ الأنثروبوسين باستئناسِ الحيواناتِ؟ تحوّلُ الماشيةُ الحشائشَ البريةَ إلى ميثان، وهو غازٌ آخرُ يغيِّرُ المناخَ. ويتكوَّنُ داخلَ هذه الحيواناتِ في أثناءِ هضمِها للطعامِ، ولكنْ ما من أحدٍ اكتشفَ ذلكَ حتى العصرِ العلميِّ الحديثِ. فكيفَ يُمكِنُ لبضعِ مواشٍ أن تَتَسَبَّبَ في أيِّ ضررٍ، ناهيكَ عن تغييرِ الأرضِ مثلَ هذا التغييرِ الجذريِّ؟ أرادَ أسلافُنا إطعامَ أسرِهِم والتأكدَ من عدمِ شعورِ أطفالِهِم بالجوعِ وبقائهم على قيدِ الحياةِ.

هل كانتِ المستوقَداتُ التي دفَّأَتْ منازلَ أسلافِنا الصغيرةَ هي بدايةَ عصرِ الأنثروبوسين؟ في الصينِ، قبلَ نحوِ أربعةِ آلافِ عامٍ، قامَ الإنسانُ باكتشافٍ ثوريٍّ، ألا وهوَ أنَّ صخورًا معينةً تَحترِقُ على نحوٍ أطولَ وأكثرَ فاعليةً مِن الخشبِ لتحميَهُ من البردِ والرطوبةِ. كانتْ هذه الصخورُ في الواقعِ البقايا الكربونيةَ للنباتاتِ والحيواناتِ التي ماتَتْ قَبْلَ ملايينِ السنينَ ودُفِنتْ في الأرضِ. هل كانَ اكتشافُ الفحمِ إذنْ هو بدايةَ الأنثروبوسين؟ عندما قُطِعتِ الغاباتُ للحصولِ على أخشابِها، تزايدتْ أهميةُ الفحمِ لورشِ الحدادةِ والمسابكِ والمنازلِ. ولم يتسببِ الدخانُ الناتجُ عن تلكَ النيرانِ الصغيرة إلا في إحداثِ تغييرٍ طفيفٍ في الغلافِ الجويِّ. لكنْ على مدى آلافِ السنينَ، زادَ عددُ البشرِ زيادةً كبيرةً حتى صِرْنَا نَحرِقُ من الخشبِ والفحمِ كمياتٍ هائلةً جَعَلَتْنا نُصَدرُ ما يكفي من ثاني أكسيدِ الكربونِ في الغلافِ الجويِّ لتدفئةِ العالمِ بأكملِهِ.

أم هل بدأَ الأنثروبوسين فعليًّا بعدَ ذلكَ الحينِ بألفِ عامٍ، عِنْدَمَا بدأَ الناسُ في جميعِ أنحاءِ آسيا في زراعةِ الأرزِ؟ فقدِ اخترعوا أسلوبًا مبتكرًا أسمَوْهُ «الغمر»، والذي تَضَمَّنَ زراعةَ الشتلاتِ

في حقولٍ مغمورةٍ بالمياهِ. وما كانَ أولئكَ الفلاحونَ الْمُجِدُّونَ ليعرفوا أنَّ هذا الأسلوبَ تحديدًا في زراعةِ الأرزِ سيُنْتِجُ يومًا ما، شأنُهُ شأنُ الماشيةِ، مئاتِ ملايينِ الأطنانِ مِن الميثانِ. تفقِدُ التربةُ المغمورةُ بالمياهِ الأكسجينَ، ثمَّ تأتي مخلوقاتٌ دقيقةٌ غيرُ مرئيةٍ -الميكروبات- فتهضِمُ المادةَ النباتيةَ وتُنتِجُ الميثانَ. وما يَزِيدُ هذه المشكلةَ سوءًا هو إطلاقُ أوراقِ نباتاتِ الأرزِ المزيدَ مِن الميثانِ في الغلافِ الجويِّ. وَلَمْ يَكُنْ بإمكانِ أولئكَ المزارعينَ الأوائلِ معرفةُ ما كانَ يحدُثُ



يَضَعُ علماءُ الجيولوجيا مسمارًا ذهبيًّا بين الطبقاتِ الجيولوجيةِ لتمييزِ الحدودِ الفاصلةِ بينَ الحِقبِ المختلفةِ.

على ذلكَ النطاقِ الصغيرِ للغايةِ. ولم يكنْ لأحدٍ أن يَتَصَوَّرَ ذلكَ حتى العصرِ العلميِّ الحديثِ. فكانوا بدَوْرِهِم يحاولونَ فقطْ إطعامَ أنفسِهِم وأسرِهِم.

إنَّ الزمنَ مُسَجَّلٌ في صخورِ الأرضِ، وإذا عَلِمْتَ كيفيةَ قراءةِ أبجديةِ الزمنِ، فسَيُمْكِنُكَ إعادةُ تصوُّرِ أحداثِ قصةِ الأرضِ. وأكثرُ الفقراتِ أهميةً في هذهِ الملحمةِ ليستْ مكتوبةً بألمعِ الألوانِ. ففي جميعِ أنحاءِ كوكبِنا، ثمةَ طبقةٌ بيضاءُ باهتةٌ في الصخورِ أشبَهُ بقصيدةٍ ملحميةٍ تَرْوِي ملحمةَ

موتِ الجبابرةِ. تتكوَّنُ هذه الطبقةُ مِن معدنٍ لولاها ما كانَ نادرًا، وهو مَعْدِنُ الإريديوم الذي يمثِّلُ نهايةَ الفصلِ الطباشيريِّ في تلكَ الملحمةِ قبلَ نحوِ 66 مليونَ عامٍ. كانَ ذلكَ عندَما انقرضتِ الديناصوراتُ وثلاثةُ أرباعِ كلِّ النباتاتِ والحيواناتِ على كوكبِ الأرضِ.

اعتادَ علماءُ الجيولوجيا على أنهم عندما يَعْثُرُونَ على طبقةٍ في الأرضِ تُشير إلى أولِ أو آخرِ مرةٍيُمكِنُ فيها العثورُ على أحافيرِ أيِّ نوعٍ مِن الأنواعِ، يميِّزُونَها بمسمارٍ ذهبيٍّ يدقُّونَهُ في الصخرِ بمطرقةٍ. وإذا كنا نعيشُ الآنَ في عصرِ الأنثروبوسين؛ أي عصرِ الانقراضِ الناجمِ عن النشاطِ البشريِّ، فأينَ سَنَضَعُ مِسْمَارَنَا الذهبيَّ؟

ربما يجبُ وَضْعُ هذا المسمارِ في داخلي أنا. ففي السنةِ الأُولى من حياتي، كانتْ هناكَ قُوَّتَانِ عُظميانِ تتصارعانِ للهيمنةِ على الكوكبِ. وكانتْ كِلْتَاهُما على استعدادٍ لتعريضِ كلِّ شيءٍ للخطرِ في سبيلِ تأكيدِ هيمنتِهما. في عامِ 1945، ابتكرتِ الولاياتُ المتحدةُ سلاحًا يُمكِنُهُ تحريرُ الطاقةِ الكامنةِ داخلَ الذرةِ. وبعدَ أربعِ سنواتٍ، تحديدًا في صيفِ عامِ 1949 الذي وُلِدتُ فيه، وصلَ المنافسون السوفييت إلى مستوى جديدٍ مِن الجنونِ. واستَخْدَمَتْ كلتا الدولتَيْنِ أسلحةً أكثرَ وحشيةً، وهي تلكَ الأسلحةُ التي حَرَّرَتْ طاقةَ الاندماجِ النوويِّ، تلكَ القوةُ الرائعةُ الموجودةُ داخلَ النجومِ. واختبَرتْ كلتا الجهتَيْنِ هذه الأسلحةَ النوويةَ في الغلافِ الجويِّ لِتَسْتَعْرِضَا فقطْ مَدَى قوتِهما. وقَدْ فَجَّرَتَا الآلافَ منها على مدى عقودٍ. وأُطلقتِ القنابلُ سترونتيوم- 90، وهي ذرةٌ تُسْفِرُ طاقتُها النوويةُ الزائدةُ عن عدمِ استقرارِها. ولوثَّتْ هذه النظائرُ المشعةُ لبنَ الأمهاتِ في جميعِ أنحاءِ العالمِ. فرفضتِ الأمهاتُ الْمُرْضِعَاتُ العيشَ معَ هذا الرعبِ. واتحدنَ اعتراضًا على الأمرِ حتى وُقِّعتْ معاهدةٌ لحظرِ اختبارِ الأسلحةِ النوويةِ في الغلافِ الجويِّ في عامِ 1963.

أحملُ، وكلُّ جيلي، جرعةً زائدةً مِن نظيرٍ مُشِعٍّ آخرَ في أنسجةِ أجسامِنا. وهذا النظيرُ هو الكربونُ- 14. ولكلِّ ذرةٍ مُشِعَّةٍ عمرُ نصفٍ، وهوَ ما يُشبِهُ حلقاتِ الشجرِ التي يُمكِنُ عدُّها

لمعرفةِ عمرِ الشجرةِ. لقدْ ضاعَفَ سباقُ التسلحِ كميةَ الكربونِ- 14 في الغلافِ الجويِّ. لذا، إذا فقدتُ في يومٍ من الأيامِ عقلي، ونسيتُ كمْ أبلغُ من العمرِ فإنَّ صَدَى تلكَ الانفجاراتِ النوويةِ التي وقعتْ في الصيفِ الذي وُلِدْتُ فيهِ سيُخبِرُ الناسَ عن عُمري. هل هذا «المسمارُ الذهبيُّ» الموجودُ داخلي يشكِّلُ بدايةَ الأنثروبوسين؟ هل بدأَ هذا العصرُ آنذاكَ؟

انتهتِ اختباراتُ الغلافِ الجويِّ، لكنَّنَا واصَلنا تخريبِ كوكبِنا ونحنُ نعلمُ بأنَّ يومًا ما سيَنْهَارُ كلُّ شيءٍ. ما فائدةُ معرفةِ الخطرِ إذا كنَّا لن نفعلَ شيئًا حِيَالَهُ؟ ربما من الأفضلِ ألا نعرفَ عنه شيئًا. فالمعرفةُ قَدْ تكونُ لَعْنَةً.



إنَّ القصصَ الأطولَ عمرًا هي تلكَ التي لم تحدثْ قَطُّ وستظلُّ تُروى دومًا ... إنها الأساطيرُ. يعودُ تاريخُ إحدَى هذهِ الأساطيرِ إلى عدةِ آلافٍ مِن السنينَ. حتى في تلكَ العصورِ البائدةِ، كانتْ هناكَ صراعاتٌ أَعْمَتِ الناسَ وجَعَلَتْهُمْ يُحدِثونَ دمارًا يَندَى له الجبينُ.

وقَعَ أبولو، إلهُ النورِ عندَ الإغريقِ، في حبِّ كاساندرا، الابنةِ الْمُفَضَّلَةِ لبريامَ ملكِ طروادةَ. صدَّتْ كاساندرا أبولو، فحاولَ استمالتها بأنْ مَنَحَهَا هِبَةَ التنبؤِ. وانتقمَ منها لرفضِها إياهُ بأنْ جَعَلَهَا تتنبأُ بالمستقبلِ، لكنه لعنَها بتجاهلِ الآخرينَ لها. فعندما طَلَبَ أخوها باريس مِن أبيهما زيارةَ إسبرطةَ، عَلِمَتْ كاساندرا ما ستسفِرُ عنه تلكَ الزيارةُ، وهو خَطفَ باريسَ **لهيلينَ** زوجةِ ملكِ إسبرطةَ، وتدميرَ طروادةَ في النهايةِ. لكنْ ما مِنْ أَحَدٍ التفتَ لما قَالَتْه كاساندرا. فلم تكنْ في نظرِ أهلِ طروادةَ، بل أهلِ إسبرطةَ أيضًا، تَتَنَبَّأُ إلا بالخرابِ والهلاكِ.

تحققتْ نبوءةُ كاساندرا الْمُرَوِّعَةُ مِثْلَمَا قالتْ؛ إذ انهارتْ أبراجُ طروادةَ الشامخةُ مع دخولِ الجيوشِ الإغريقيةِ. اشتعلتِ المدينةُ، ووقفَ حصانُ طروادةَ الشهيرُ خاليًا ممنْ كانُوا بداخلِه

بعدَما حققَ الغرضَ من استخدامِه، وشَعَرَ أبولو بالرضا. فلَمْ يلتفتْ أحدٌ لنبوءاتِ كاساندرا المتشائمةِ، وبحلولِ ذلكَ الوقتِ كانَ قد فاتَ الأوانُ لإنقاذِ طروادةَ.

في حالةِ كاساندرا، كانتِ المعرفةُ لَعْنَةً. لكنَّها قد تكونُ كذلكَ أَعْظَم النِّعمِ. سأَرْوِي لكم قصةً أخرى: قديمًا، لم تكنْ هناكَ ثلاجاتٌ، وكان من الصعبِ حفظُ الطعامِ كي لا يفسدَ في الصيفِ. وكانَ هناكَ شخصٌ يُسمَّى بائعَ الثلجِ. كانَ ذلكَ الرجلُ يحمِلُ قالبًا كبيرًا من الثلجِ على عربةٍ تَجُرُّهَا الخيولُ، ويمرُّ بجوارِ المنازلِ ليبيعَ الثلجَ للناسِ. وكانَ يَسْتَخْدِمُ إزميلاً لكسرِ قطعةٍ كبيرةٍ مِن الثلجِ، ثم يَحْمِلُهَا بفرجارٍ كبيرٍ، وينقلُها بصعوبةٍ بالغةٍ إلى مدخلِ المنزلِ الموجودِ على المبنى تحتَ مستوَى الشارعِ. واحتفظَ الناسُ آنذاكَ بذلكَ الثلجِ في شيءٍ يُسمَّى برَّادًا حَيْثُ حَفِظَ الثلجُ أنواعَ الطعامِ الذي كانَ يَفْسَدُ سريعًا. وفي الطقسِ الحارِّ، كانَ الماءُ سرعانَ ما يقطُرُ من الأركانِ السفليةِ لبابِ البرَّادِ، ويَفيضُ على الأرضِ.

لذا، فكَّرَ شخصٌ في طريقةٍ أخرى لحفظِ الطعامِ باردًا. وتمثَّلَتْ فكرتُهُ في نظامٍ يعملُ بطاقةِ الغازِ ويستخدمُ الأمونيا أو ثاني أكسيدِ الكبريتِ كمادةٍ مُبَرِّدَةٍ. ولم تَعُدْ توجدُ حاجةٌ لجرِّ ألواحِ الثلجِ. فكيفَ يُمكِنُ لهذا الأمرِ أَنْ يَكُونَ سيئًا؟

حسنًا، من جانبٍ كانتِ الكيماوياتُ المستخدمَةُ في ذلكَ النظامِ سامةً وكريهةَ الرائحةِ. وعندما كانتْ تَحْدُثُ تسريباتٌ، كانت المادةُ الْمُبَرِّدَةُ تُشكِّلُ خَطَرًا على الأطفالِ والحيواناتِ الأليفةِ. فَظَهَرَتْ حاجةٌ مَاسَّةٌ إلى مادةٍ مبردةٍ بديلةٍ، مادةٍ تدورُ داخلَ الثلاجةِ دُونَ أَنْ تُسَمِّمَ أحدًا في حالِ حدوثِ تسريبٍ، ودونَ أنْ تشكِّلَ خطرًا في حالِ التخلصِ منها في باحةِ الخردواتِ.



في بساطٍ مطرزٍ يَعُودُ للقرنِ السادسَ عَشَرَ، ترجو كاساندرا بريام ليتفادَى كارثةً مستقبليةً لا يُمكِنُ لأحدٍ غيرِها التنبؤُ بها.

كانتْ ثَمَّةَ حاجةٌ لشيءٍ لا يَتَسَبَّبُ في مرضِ الناسِ، أو يَحْرِقُ عيونَهم، أو يجذِبُ الحشراتِ، بل لا يزعِجُ القططَ أيضًا. لكنَّه بدا أنه ما مِنْ وُجُودٍ لمثلِ هذهِ المادةِ في الطبيعةِ بأكملِهَا. فابتكرَ كيميائيون في الولاياتِ المتحدةِ وألمانيا فئةً مِن الجزيئاتِ لم تُوجَدْ على كوكبِ الأرضِ مِن قبلُ. وأطلقوا عليها اسمَ الكلوروفلوروكربونات؛ لأنَّها مكوَّنَةٌ مِن ذرةِ كربونٍ واحدةٍ أَوْ أكثرَ وبعضِ ذراتِ الكلورِ و/أو الفلورِ.

حَقَّقَتْ تلكَ الجزيئاتُ الجديدةُ نجاحًا هائلاً كمادةٍ مبردةٍ، وفَاقَتْ كُلَّ توقعاتِ مُبْتَكِرِيهَا. وصارتِ الكلوروفلوروكربوناتُ هي الْمُبَرِّدَ الأساسيَّ ليسَ فقطْ في الثلاجاتِ، وإنما أيضًا في مكيفاتِ الهواءِ. وكانتْ هناكَ العديدُ مِن الأشياءِ الأخرى التي يُمكِنُ فعلُها بتلكَ الجزيئاتِ. فكانتْ تُستخدَمُ لتكوينِ رغوةٍ زغبةٍ ضخمةٍ مِن كريمِ الحلاقةِ، ولحمايةِ تصفيفةِ الشعرِ مِن الرياحِ والأمطارِ. وأصبحت القوةَ الدافعةَ المستخدمةَ كذلكَ في طفاياتِ الحريقِ والعزلِ الرغويّ والمذيباتِ الصناعيةِ والموادِّ المنظفةِ. وكانتِ الكلوروفلوروكربونات هي ما جعل بخاخاتِ الطلاءِ بهذا القدرِ مِن المتعةِ. وأشهرُ اسمٍ تجاريٍّ لتلكَ الموادِّ الكيميائيةِ هو الفريون، وهو علامةٌ تِجارية لشركةِ DuPont. واستُخدِم الفريون لعدةِ عقودٍ، ولم يَبْدُ أنه يتسببُ في أيِّ ضررٍ. وتصوَّرَ الجميعُ أَنَّهُ آمنٌ تمامًا.

استمرَّ الحالُ كذلكَ حتى مطلعِ سبعينياتِ القرنِ الماضي عندما عكفَ عَالِمَانِ في كيمياءِ الغلافِ الجويّ بجامعةِ كاليفورنيا في مدينةِ إرفاين على دراسةِ الغلافِ الجويّ للأرضِ. كانَ ماريو مولينا مهاجرًا مكسيكيًّا وعالِمًا شابًّا متخصصًا في كيمياءِ الليزرِ. وكانَ شيروود رولاند عالِمًا متخصصًا في الحركيةِ الكيميائيةِ دَرَسَ حركاتِ الجزيئاتِ والغازاتِ في ظلِّ ظروفٍ مختلفةٍ. كانَ رولاند من بلدةٍ صغيرةٍ في ولايةِ أوهايو. أما مولينا فأرادَ أن يُصْبِحَ عالِمًا، وكانَ يَبْحَثُ عن مشروعٍ يُبْعِدُهُ قدرَ الإمكانِ عن تجارِبِهِ البحثيةِ السابقةِ. فتساءلَ عما يحدُثُ لجزيئاتِ الفريونِ عِندما تتسربُ من مكيفِ الهواءِ؟ كانَ روادُ فضاءِ أبولو لا يزالونَ آنذاكَ يقومونَ برحلاتٍ مُجَدْولةٍ منتظمةٍ إلى القمرِ. وكانتْ ناسا تُفَكِّرُ في إطلاقِ رحلاتٍ أسبوعيةٍ لذلكَ المكوكِ الفضائيّ. فهل كانَ كلُّ ذلكَ الوقودِ المحترِقِ للصواريخِ يشكِّلُ خطرًا على طبقةِ الستراتوسفير التي يَلْتَقِي عندَها الغلافُ الجويُّ للأرضِ مَعَ ظلامِ الفضاءِ؟

هذا هو حالُ العلمِ دائمًا. يبدأُ المرءُ عَمَلَهُ لحلِّ مشكلةٍ ما، فينتهي به الحالُ بالتوصلِ مصادفةً إلى ظاهرةٍ مختلفةٍ تمامًا غيرِ مُتَوَقَّعَةٍ.

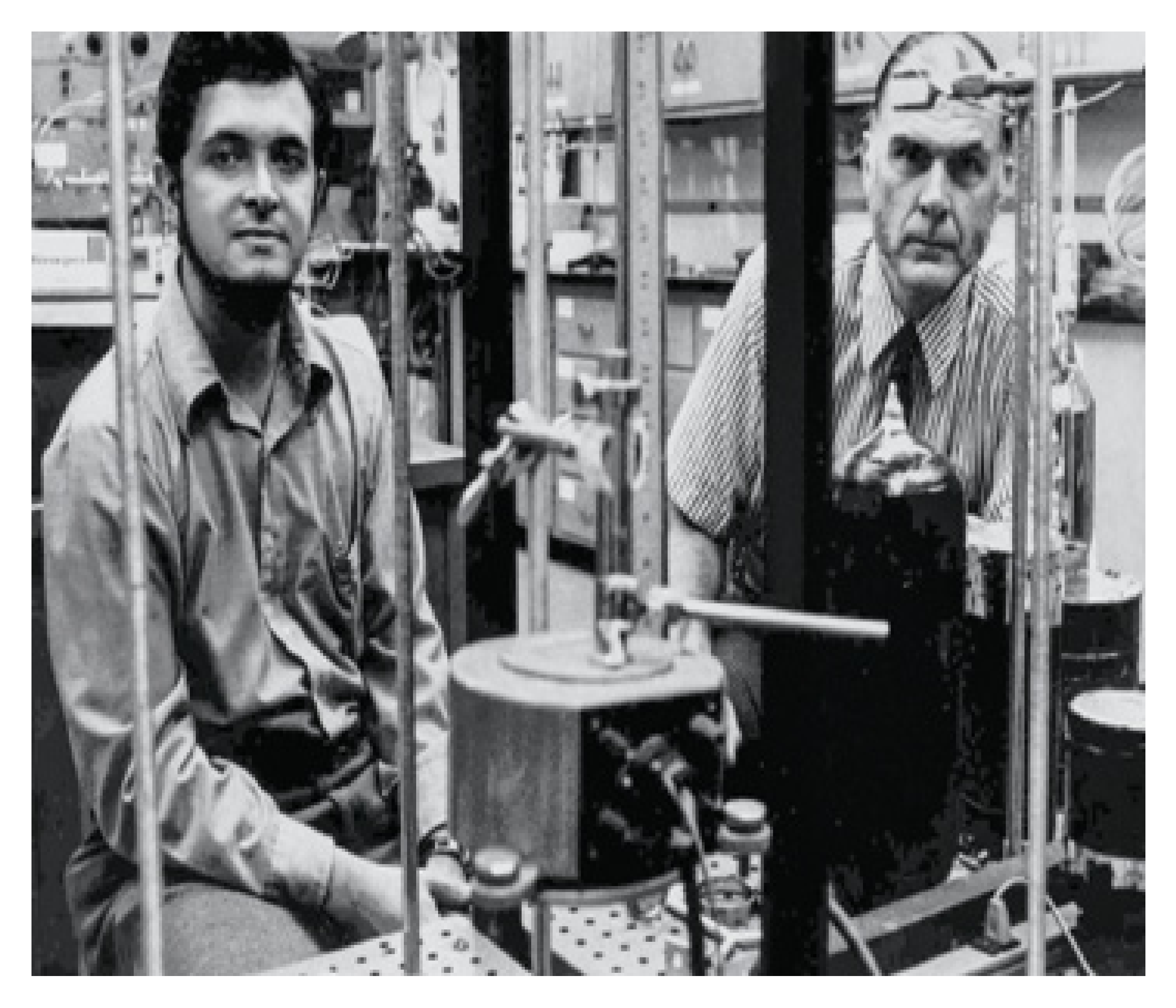
اكتشفَ رولاند ومولينا أنَّ تلكَ الكلوروفلوروكربونات الخاملةَ والتي يفترضُ أَنَّها غيرُ ضارةٍ، تلكَ الجزيئاتُ الساحرةُ لكريمِ الحلاقةِ ورذاذِ مصففِ الشعرِ لم تكُنْ تَخْتَفِي ببساطةٍ عندَ انتهاءِ الإنسانِ مِن استخدامِها. فقد كانتْ تَعِيشُ حياةً أخرى عندَ حافةِ الفضاءِ حَيْثُ تَجَمَّعَتْ بالتريليوناتِ. كانتْ تلكَ الجزيئاتُ تَتَجَمَّعُ في هدوءٍ عاليًا فوقَ الأرضِ، ولم يكُنْ ما هي بصددِ فعلِهِ بالأمرِ الجيدِ. فأدركَ مولينا ورولاند أمرًا أصابَهُما بالرعبِ، وهو أنَّ الكلوروفلوروكربونات كانتْ تُقَلِّلُ من سُمكِ الطبقةِ التي تَحْمِي البشرَ مِن أشعةِ الشمسِ فوقَ البنفسجيةِ الضارةِ. كانتْ تلكَ الطبقةُ الواقيةُ في حالةِ تآكلٍ دائمٍ. وأكدتْ أبحاثٌ لاحقةٌ أنَّ هذا الأمرَ كانَ يحدُثُ بمعدلٍ يُنذِرُ بالخطرِ.

عندما يضرِبُ الضوءُ فوقَ البنفسجيِّ أحدَ جزيئاتِ الكلوروفلوروكربوناتِ، ينتزِعُ منها ذراتِ الكلورِ. وما إنْ يَحْدُثُ ذلكَ حتى تبدأَ ذراتُ الكلورِ في التهامِ جزيئاتِ الأوزونِ الغاليةِ ذاتِ الأهميةِ الكبيرةِ لوجودِنا. فلم يُصْبِحْ مِن الآمنِ للحياةِ الانتقالُ مِن المحيطِ إلى اليابسةِ إلا بعدَ أن كوَّنَ كوكبُ الأرضِ طبقةَ الأوزون قَبْلَ نحوِ ملياريْ سنةٍ ونصف. ويُمكِنُ لذرةِ كلورٍ واحدةٍ تَدْمِيرُ 100 ألفِ جُزَيءِ أوزون. لكنْ في السبعينياتِ، كانتِ الكلوروفلوروكربوناتُ مستخدمةً في كلِّ شيءٍ، ولم يَتَصَوَّرِ الْمُصَنِّعُونَ العالمَ بِدُونِها. وحتى بعدَ التأكدِ مِن تآكلِ طبقةِ الأوزونِ، كانَ ردُّ الشركاتِ على هذا الخطرِ هو أنَّ العلمَ لم يستقرَّ بعدُ على قرارٍ في هذهِ المسألةِ.

واجهَ الناسُ صعوبةً في تصديقِ فكرةِ أنَّ البشرَ صَاروا نوعًا قويًّا لدرجةِ تعريضِهم الحياةَ على الكوكبِ للخطرِ. فبَحَثُوا عن أسبابٍ غيرِ بشريةٍ للثقبِ الهائلِ الموجودِ في السماءِ. واقترحَ أحدُ المسئولينَ التنفِيذِيِّينَ أن يَضَعَ الجميعُ مزيدًا من الكريمِ الواقي من الشمسِ ويرتدوا قبعاتٍ ونظاراتِ شمسٍ. بيدَ أنَّ العلماءَ أشاروا إلى أن العوالقَ - وهي تلكَ النباتاتُ الدقيقةُ الموجودةُ في قاعدةِ سلسلةِ الغذاءِ العالميةِ - والنباتاتِ الأكبرَ حجمًا مِنَ المستبعدِ أَنْ تنفذَ هذا الاقتراحَ!

عَمِلَ مولينا ورولاند بلا كللٍ لتحذيرِ العالمِ، لكنَّ رولاند تساءَلَ: «ما فائدةُ تطويرِ علمٍ على نحوٍ جيدٍ بما يَكفِي للقيامِ بتنبؤاتٍ لو أنَّ - في النهايةِ - كلَّ ما لدينا استعدادٌ لفعلِهِ هوَ الانتظارُ مكتوفي الأيدي حتى تتحقَّقَ هذهِ التنبؤاتُ؟». كانَ ثمةَ تشابهٌ كبيرٌ بين كلٍّ من رولاند وكاساندرا، ولكن في حالة رولاند ومولينا حَدَثَ أمرٌ مذهلٌ.

حدَثَ احتجاجٌ عالميٌّ اشتركَ فيه أشخاصٌ مِن جميعِ أنحاءِ العالمِ. ففي الستينياتِ، طالبتْ نساءُ العالمِ بإنهاءِ الاختباراتِ النوويةِ في الغلافِ الجويِّ لأنهنَّ لا يُرِدْنَ إرضاعَ أطفالهنَّ لبنًا مسمومًا. وفي الثمانينياتِ، طَالَبَ المستهلِكونَ بتوقفِ الشركاتِ عن تصنيعِ الكلوروفلوروكربونات. ومن ثمَّ، استجابتِ الحكوماتُ لتلكَ المطالباتِ على نحوٍ لافتٍ للنظرِ. فتمَّ حظرُ الكلوروفلوروكربوناتِ في 197 دولةً؛ وهذا إجمالي عددِ الدولِ في العالمِ تقريبًا. ولذا، صارت هذه أحدَ المخاطرِ التي يُمْكِنُنَا حذفُها من قائمةِ الأمورِ المثيرةِ لقلقِنا. فصارَ الضررُ الذي تُعَانِي منه طبقةُ الأوزون يَقِلُّ منذُ



في عامِ 1974، عِنْدَمَا أوضحَ الكيميائيُّ شيروود رولاند (على اليمينِ) وباحث ما بعد الدكتوراه ماريو مولينا أنَّ الكلوروفلوروكربوناتِ دَمَّرَتِ الغلافَ الجويَّ، اسْتَخَفَّتِ الشركاتُ والحكوماتُ بالفكرةِ التي صارَ مِن المعروفِ الآنَ أنها حقيقةٌ علميةٌ.

ذلكَ الحينِ. وعلى الرغمِ مِن عدمِ استقرارِ وضعِ هذا الضررِ، فمِنَ المتوقعِ أن يُعالَجَ تمامًا بحلولِعامِ 2075؛ أي في الذكرى المئويةِ تقريبًا لاكتشافِ رولاند ومولينا.

ما الذي كانَ سيحدثُ لو أنَّ رولاند ومولينا لم يَنْتَبْهُما الفضولُ بشأنِ الستراتوسفير أو إذا كانتْ تحذيراتُهما قد تعرضتْ للتجاهلِ مثلما حدَثَ مع كاساندرا؟ الإجابةُ هي أنَّ الحمايةَ الضروريةَ التي تُوَفِّرُها لنا طبقةُ الأوزونِ كانتْ ستختفي في خلالِ 40 عامًا. وما كانَ أحفادُنا ليتمكَّنُوا أبدًا

من اصطحابِ أطفالِهم للاستمتاعِ بضوءِ الشمسِ. وكانتِ الحيواناتُ الآكلةُ للعشبِ، التي تعيشُ على النباتاتِ فقطْ، ستفنىَ. والحيواناتُ الآكلةُ للحومِ كانتْ ستعيشُ على جيَفِ تلكَ الحيواناتِ لفترةٍ مِن الوقتِ حتى تهلِكَ بدورِها في النهايةِ. لقد أفلتْنا من تلكَ الكارثةِ الوجوديةِ، لكنَّ ثمةَ كوارثَ أخرى تَتَرَبَّصُ بنا.



سأَرْوِي قصةً أخيرةً الآنَ، وهي قصةُ شخصٍ آخرَ تَمَتَّعَ بالقدرةِ على التنبؤِ بالمستقبلِ. وظلَّتْ حياتُهُ وأعمالُهُ مجهولةً خارجَ المجتمعِ العلميِّ، لكنْ حتى أبولو كانَ سَيَحْسُدُه على هبةِ التنبؤِ التي أُنعِمَ عليه بها. لقد تَنَبَّأَ ذلكَ الرجلُ بقصةٍ أسطوريةٍ عن أشياءَ ستتحقَّقُ بدقةٍ مذهلةٍ، وتَدِينُ له البشريةُ جمعاءُ بالفضلِ.

ولِدَ ذلكَ الرجلُ في منطقةٍ ريفيةٍ باليابانِ تُسمَّى إهيمة، وتَعني الأميرةَ الجميلةَ. كانَ مَكَانًا ذا طبيعةٍ خلاَّبةٍ. لكنَّ بَطَلَ قصتِنا قضى معظمَ صباهُ مدفونًا تحتَ سطحِ الأرضِ. لقد أجبرتِ الحربُ العالميةُ الثانيةُ الصبيَّ وأهلَ بلدتِهِ الصغيرةِ على الاختباءِ بمنأًى عن القنابلِ في ملجأ تحتَ الأرضِ.

في البدايةِ، كانَ سيوكورو مانابي يريدُ أن يصيرَ طبيبًا، مثلَ أبيه وجدِّهِ. إلا أنه صارَ مفتونًا في مرحلةِ المراهقةِ بالفيزياءِ، على الرغمِ من قلقِهِ بشأنِ قدرتِهِ الحسابيةِ. فكانتْ درجاتُهُ في الرياضياتِ ضعيفةً، حتى بدأَ يُرَكِّزُ على أكثرِ سؤالٍ أثارَ اهتمامَهُ، وهو: لماذا صارَ الغلافُ الجويُّ للأرضِ ومناخُها على هذهِ الحالِ؟

عَلِم مانابي أنَّ درجاتِ الحرارةِ تتأرجَحُ في الفصولِ، لكنَّه تساءَلَ لماذا حافظتِ الأرضُ على متوسطِ درجةِ حرارتِها العالميةِ ذاتِها عامًا تلوَ الآخرِ؟ ما الذي كانَ يَضْبِطُ مُنَظِّمَ حرارةِ الكوكبِ على درجةِ الحرارةِ هذهِ تحديدًا؟ هل كانَ من الممكنِ أخذُ كلِّ متغيراتِ مناخِ الكوكبِ - الغلافِ الجويِّ، والضغطِ، والغطاءِ السحابيِّ، والرطوبةِ، وظروفِ السطحِ، وتياراتِ المحيطاتِ والرياحِ-

وإنشاءُ نموذجٍ مناخيٍّ للكوكبِ - نموذجًا لديهِ القدرةُ على التنبؤ؟ ينبغي أن نتذكر هنا أن ذلكَ حَدَثَ قبلَ أن يكونَ لدى علماءِ المناخِ في اليابانِ أيُّ إمكانيةٍ لاستخدامِ الكمبيوتر. لقدْ أَجْرَى مانابي حساباتِه الهائلةَ يدويًّا.

في عامِ 1958، دَعَتْ هيئةُ الأرصادِ الجويةِ الوطنيةُ الأمريكيةُ مانابي للهجرةِ إلى أمريكا. وبعدَ خمسةِ أعوامٍ، مُنِح إمكانيةَ استخدامِ أحدِ أولِ أجهزةِ الكمبيوترِ الفائقةِ. وكانَ ذلكَ الجهازُ أحدَ أقوى أجهزةِ الكمبيوترِ آنذاك، لكنَّ الكمَّ الهائلَ من البياناتِ عن مناخِ الأرضِ التي أَدْخَلَهَا مانابي إلى ذلكَ الكمبيوتر تسببتْ في تعطلِ نظامِهِ بالكاملِ. واستغرقَ مانابي أربعةَ أعوامٍ أخرى ليجمعَ الأدلةَ للقيامِ بتنبؤٍ جريءٍ ومأسويٍّ.

تأتي النبوءةُ أحيانًا في هيئةِ صرخةٍ تَخْرُجُ من قلبِ أميرةٍ طُرْوَادِيَّةٍ، لكنَّها قد تتخذُ كذلكَ شكلَ العنوانِ الجافِّ التالي لورقةٍ بحثيةٍ علميةٍ: Thermal Equilibrium of The Atmosphere With a Given Distribution of Relative Humidity «التوازنُ الحراريُّ للغلافِ الجويِّ بتوزيعٍ محددٍ للرطوبةِ النسبيةِ». ليسَ لهذا العنوانِ وَقْعُ عبارةِ: «السماءُ تَنْطَبِقُ على الأرضِ، السماءُ تَنْطَبِقُ على الأرضِ!»، لكنَّ هذا بالضبط ما كانَ يَعْنِيهِ. فقد تنبَّأَ مانابي وزميلُهُ، ريتشارد ويثرالد، بالكيفيةِ التي ستَتَغَيَّرُ بها درجةُ حرارةِ الكوكبِ نتيجةً لزيادةِ غازاتِ الدفيئةِ التي يَضُخُّهَا البشرُ في الغلافِ الجويِّ. وتنبَّأَ العالمانِ تنبؤًا دقيقًا بالطريقة التي ستقَعُ بها الكارثةُ الوشيكةُ. لقد كانا بَعِيدَيِ النظرِ؛ إذ امتدتْ رؤيتُهُما إلى عصرِنا الحاليِّ وما بعدَهُ. ولا يزالُ بعضُ الناسِ يَزْعُمُونَ أنَّ العلمَ لم يستقرَّ على رأيٍ في هذهِ المسألةِ. لكنْ لو كانَ ذلكَ صحيحًا، كيفَ تمكَّنَ مانابي وويثرالد مِنَ التنبؤِ على نحوٍ صحيحٍ بارتفاعِ درجةِ حرارةِ الأرضِ على مدى ما يزيدُ على 50 عامًا؟ وإنْ لمْ نكنْ نحنُ السببَ، فمِن أينَ أتىَ كلُّ ثاني أكسيدِ الكربونِ المتسبِّبِ في الكارثةِ؟

تنبَّأَ المجتمعُ الأكبرُ من علماءِ المناخِ بالآثارِ الناجمةِ عن تغيرِ المناخِ، وقد تحقَّقَت جميعُها، مثلَ زيادةِ تعرضِ المدنِ الساحليةِ للفيضاناتِ، والهلاكِ الجماعيِّ للشعابِ المرجانيةِ بسببِ ارتفاعِ درجةِ حرارةِ المحيطِ، وزيادةِ شدةِ العواصفِ الكارثيةِ، وموجاتِ الحرارةِ القاتلةِ، والجفافِ، وحرائقِ الغاباتِ الجامحةِ ذاتِ الحجمِ غيرِ المسبوقِ. لقد حَذَّرَنَا العلماءُ مِن كلِّ ذلكَ.

والشركاتُ ذاتُ المصالحِ المكتسبةِ في صناعةِ الوقودِ الحفريِّ والحكوماتُ التي تَدْعَمُهَا تَصَرَّفَتْ مثلَ شركاتِ التبغِ. لقد تظاهرتْ بِأَنَّ العلمَ لم يستقرَّ على رأيٍ وماطلتْ لسنواتٍ ثمينةٍ.

لقد كانتْ آخرُ مرةٍ شَهِد فيها الغلافُ الجويُّ للأرضِ هذا الكمَّ مِن ثاني أكسيدِ الكربونِ قَبْلَ 800 ألفِ سنةٍ على الأقلِّ. كانَ معدلُ التغيرِ آنذاكَ بطيئًا نسبيًّا، وبالتالي كانَ لدى معظمِ الأنواعِ وقتٌ لتتكيفَ مَعَهُ. ونحنُ نأخذُ الكربونَ، الذي استغرقَ تجمعُهُ في الأرضِ مئاتِ الملايينِ مِن السنينَ، ونَنْفُثُ كلَّ هذا الكمِّ مِن ثاني أكسيدِ الكربونِ في الغِلافِ الجويِّ على مدى عقودٍ. لقد وَقَفَ عالمانِ في عامِ 1967 وأَخْبَرَا البشريةَ كَيْفَ ستتغيَّرُ الأرضُ، إذا لم يغيرِ البشرُ سلوكَهم. لقد مَنَحَنَا العلمُ هبةَ رؤيةِ كارثةٍ مستقبليةٍ، الأمرُ الذي لم يكنْ يحدثُ من قبلُ. لكنْ مثلما قال



غطَّاسة تمسَحُ حطامَ شعابٍ مرجانيةٍ مبيضةٍ. يعتمِدُ المرجانُ على الطحالبِ المجهريةِ التي تَعِيشُ داخلَهُ وتمنحُهُ الغذاءَ واللونَ.

وفي الماءِ الأكثرِ دفئًا، أو الماءِ الذي تَزِيدُ انبعاثاتُ ثاني أكسيدِ الكربونِ من حمضيتِهِ، تموتُ الطحالبُ تاركةً المرجانَ أبيضَ شاحبًا ومحولةً الشعبَ إلى مقبرةٍ.

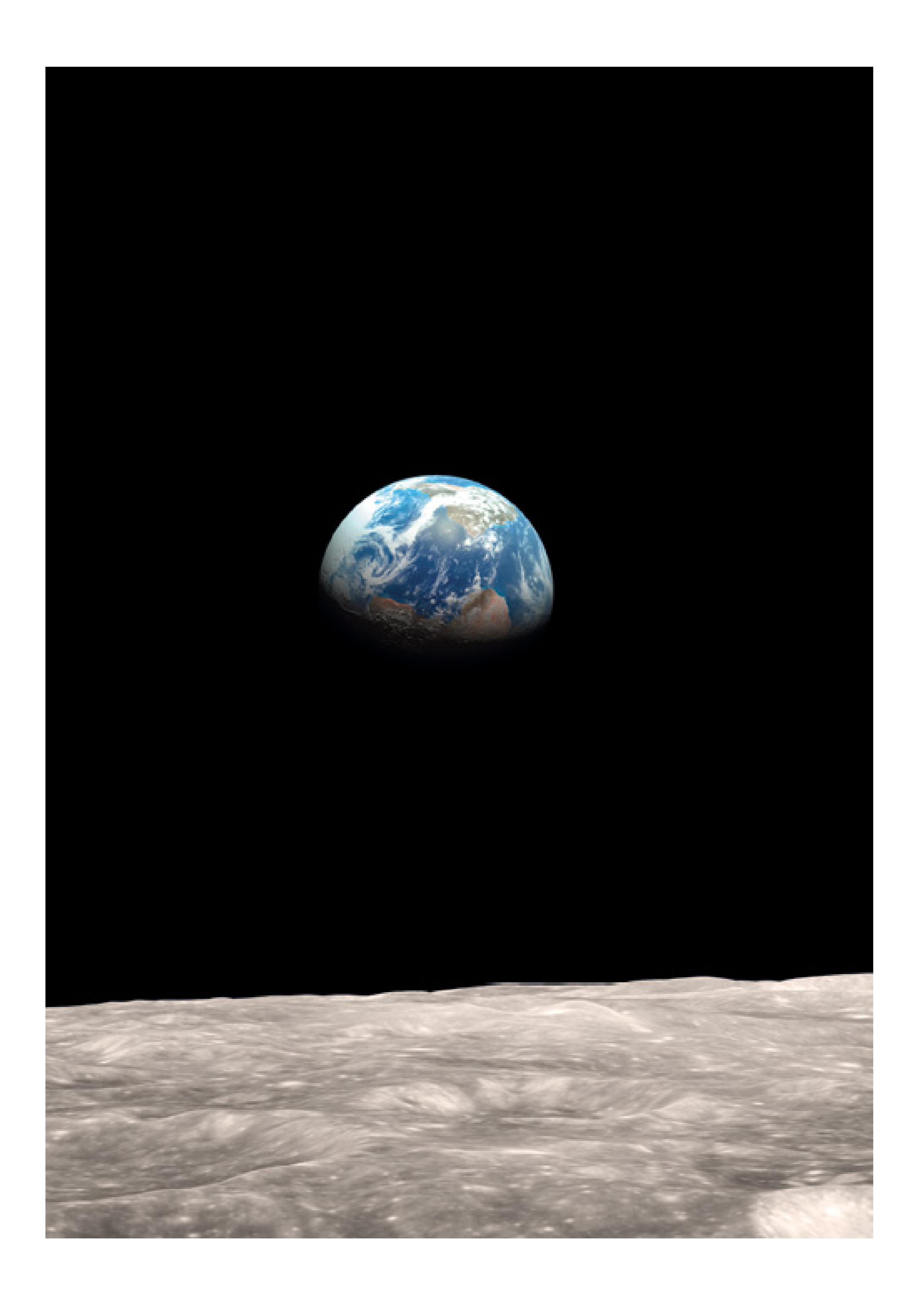
رولاند آسفًا: «ما فائدةُ تطويرِ علمٍ على نحوٍ جيدٍ بما يكفي للقيامِ بتنبؤاتٍ لو أنَّ، في النهايةِ، كلَّ ما لدينا استعدادٌ لفعلِهِ هو الانتظارُ مكتوفِي الأيدِي حتى تتحقَّقَ هذه التنبؤاتُ؟!».

قد لا يتأثَّرُ أغلَبُنا بمصيرِ الشعابِ المرجانيةِ وضفادعِ الأشجارِ. لكنْ ماذا عن مستقبلِكَ أنتَ وحياتِكَ وحياةِ أطفالِكَ؟

تخيَّلِ الطفلَ الذي قَدْ يَتَأَجَّلُ أولُ يومٍ له في الحضانةِ حتى تنخفِضَ درجةُ الحرارةِ عن المستوى القاتلِ. وعندما تَنْدَلِعُ حرائقُ الغاباتِ، قد تُضطرُّ أسرتُهُ إلى الفرارِ دونَ أخذِ أيِّ شيءٍ مَعَهُمْ من المنزلِ الذي شَهِدَ طفولَتَهُ. وقد يدمرُ فيضانٌ للماءِ عرسَه. وقد يبدأُ تَفَشٍّ للأمراضِ عندما ينشَطُ فيريون، وهو ميجا فيروس ظلَّ خاملاً على مدى أكثر من 100 ألف عامٍ، بسببِ ذوبانِ التربةِ الصقيعيةِ في القطبِ الشماليِّ.

ليسَ من الضروريِّ أن يحدُثَ ذلكَ؛ فلَمْ يَفُتِ الأوانُ بعدُ. فثمةَ مستقبلٌ آخرُ، وعالَمٌ آخرُ محتمَلٌ. فيُمكِنُ أن يُصبح الأنثروبوسين عصرَ الصحوةِ البشريةِ الذي نُصبِحُ فيه على مستوَى تحدِّي قوانَا المكتسبةِ حديثًا، ونتعلَّمُ استخدامَ العلمِ والتكنولوجيا المتطورةِ على نحوٍ يتناغَمُ مع الطبيعةِ. يُوجَدُ مجتمعٌ عالميٌّ مِنَ الناسِ المدركينَ للخطرِ والملتزمينَ بتجنبِهِ. وبفضلِ الإنترنتِ، نعرِفُ كيفَ نتواصَلُ مع بعضِنا.

تعالَوْا معي في رحلةٍ إلى ذلكَ المستقبلِ الذي لا يزالُ بإمكانِنَا أن نعيشَهُ.



نسخةٌ جديدةٌ مِن صورةِ «شروقِ الأرضِ» صُمِّمتْ في الذكرى الخامسةِ والأربعينَ لبعثة أبولو 8 عن طريقِ جمعِ الصورةِ الأصليةِ بمنظرٍ أكثرَ وضوحًا للقمرِ، وأُنتجت الصورةُ باستخدامِ الكمبيوترِ مع بياناتٍ حديثةٍ من مستكشِفِ القمر المداريِّ التابعِ لوكالةِ ناسا

| الفصلُ الثالث عشر |

عالَم محتمل

خريطةُ العالمِ التي لا تَحتوي على مدينةٍ فاضلةٍ لا تستحقُّ حتى النظرَ إليها؛ لأنها تَسْتَبْعِدُ البلدَ الوحيدَ الذي تستقرُّ فيه البشريةُ. حين يستقرون هناك، سينظرُ البشرُ حَوْلَهُم، وعندما يَجِدُونَ بلدًا أفضلَ، سيَشُدُّونَ الرحالَ إليه.

- أوسكار وايلد

«روحُ الإنسانِ في ظلِّ الاشتراكيةِ»

يجبُ أن يكونَ الكتابُ هو الفأسَ التي تَكسِرُ البحرَ المتجمدَ بداخِلِنا.

- فرانز كافكا، في خطابٍ لأوسكارِ بولك، 27 يناير 1904



سيَّاحٌ يَمْلَئُونَ الجزءَ الداخليَّ من البناءِ الضخمِ لشجرةِ الحياةِ في ميناءِ نيويورك يوم 30 إبريل 2039. ويقدِّمُ هذا البناءُ أفضلَ منظرٍ لافتتاحِ معرضِ نيويورك العالميِّ.



تتقلَّصُ الأغطيةُ الجليديةُ القطبيةُ على كوكبِ الأرضِ وتتحوَّلُ التربةُ الصقيعيةُ التي ظلتْ صلبةً كالجرانيتِ لدهورٍ إلى مادةٍ طريةٍ، لكنَّ البحرَ المتجمِّدَ بداخلِنا يبدو غيرَ قابلٍ للكسرِ. لقد عَرَفْنَا المخاطرَ التي نعرّض أنفسَنا لها لعقودٍ، لكنَّنا لا نزالُ نسيرُ كالنيامِ نحوَ مستقبلٍ مظلمٍ، فاقدينَ الإحساسَ إلى حدٍّ ما بما سيَعْنِيهِ ذلكَ لأطفالِنا وأحفادِنا. يقدِّمُ تقريبًا كلُّ تصوُّرٍ لمستقبلِ عالَمِنا في الثقافةِ الشعبيةِ رؤيةً تشاؤميةً لكوكبٍ تملؤُهُ أكوامُ القمامةِ؛ أرضٌ خرابٌ مُدَمَّرَةٌ. وهذه التصوراتُ هي انعكاساتٌ دقيقةٌ للخوفِ الموجودِ في قلوبِنا. لكنْ إذا كانتِ الأحلامُ خرائطَ نهتدي بها، فَهَلْ يمكنُ لحلمٍ عظيمٍ بشأنِ مستقبلِنَا أن يُسَاعِدَنا في الهروبِ من هذا الكابوسِ؟

أينَ الأساسُ العلميُّ لذلكَ الحلمِ؟ ما الأساسُ الذي ترتكزُ عليه ثقتنا في مستقبلِ البشريةِ؟

هذا سؤالٌ طرحَهُ عليَّ ابني، **ساموبل ساجان** - وهو مواطنٌ محتمَلٌ للمستقبلِ وأحدُ المعاونينَ البارزينَ لي في الحلقاتِ التلفزيونيةِ المصاحبةِ لهذا الكتابِ - طوالَ هذا المشروعِ. يُشبه **ساموبل** أباه؛ فهو يُفَضِّلُ الحقيقةَ على المُسلَّماتِ. وقد ألهمني بحثُه الدائمُ بالقيامِ ببعضِ البحثِ الرُّوحانيِّ. هل ثمةَ أسبابٌ علميةٌ وتاريخيةٌ قويةٌ تَدْعُو للأملِ بشأنِ الجنسِ البشريِّ، أم أنَّ التفاؤلَ ليسَ سوى آليةِ تكيفٍ، أيْ نوعٍ مِن التفكيرِ التوَّاقِ الذي تَطَوَّرَ العلمُ لِيَحْمِيَنَا منه؟

في عامِ 1961، ابتكرَ صديقُ كارل المقرَّبُ عالِمُ الفلكِ **فرانك دريك** معادلةً لحسابِ عددِ الحضاراتِ الذكيةِ في المجرةِ، وهِيَ:

$$N = R_* \bullet f_{)} \bullet n_{\mathrm{e}} \bullet f_1 \bullet f_{(} \bullet f_{\mathrm{c}} \bullet L$$

حيثُ إنَّ:

N = عددَ الحضاراتِ في مجرتِنا التي قَدْ يكونُ التواصلُ مَعَهَا ممكنًا.

R_* = متوسِّطَ معدَّلِ تكوُّنِ النجومِ في مجرتِنا.

$f_{)}$ = عددَ النجومِ التي تدورُ حولَهَا كواكبُ.

n_{e} = متوسِّطَ عددِ الكواكبِ التي مِنَ المحتملِ أَنْ تَدْعَمَ الحياةَ لكلِّ نجمٍ تَدُورُ حَوْلَهُ كَوَاكِبُ.

f_1 = عددَ الكواكبِ التي يُمْكِنُ أن تَدْعَمَ الحياةَ وتطوَّرَتْ عليها الحياةُ بالفعلِ في مرحلةٍ ما.

$f_{(}$ = عددَ الكواكبِ التي تُوجَدُ عليها حياةٌ تَطَوَّرَتْ بالفعلِ إلى حياةٍ ذكيةٍ (حضاراتٍ).

f_{c} = عددَ الحضاراتِ التي تُطَوِّرُ تكنولوجيا تصدر إشاراتٍ قابلةً للكشفِ عنها تعبِّر عن وجودِها في الفضاءِ.

L = طولَ الفترةِ الزمنيةِ التي تستغرِقُها مثلُ هذهِ الحضاراتِ لإطلاقِ إشاراتٍ قابلةٍ للكشفِ عنها في الفضاءِ.

عَلِم فرانك، وكذلكَ كارل، أنَّ ثمةَ عددًا هائلاً من النجومِ في مجرتِنا. واستنتجَا على نحوٍ صائبٍ، قبلَ ما يزيدُ على ثلاثةِ عقودٍ مِن اكتشافِ أولِ كوكبٍ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ، أنَّ عددَ الكواكبِ كبيرٌ أيضًا. واعتَقَدَا أنَّ عددًا قليلاً مِن هذهِ الكواكبِ يَدْعَمُ الحياةَ، وعلى عددٍ أقلَّ مِن هذهِ الكواكبِ المحتملةِ تتطوَّرُ حياةٌ ذكيةٌ لتبتكِرَ تكنولوجيا مُغَيِّرَةً للعالمِ.

تُشير القيمةُ الأخيرةُ L في معادلةِ دريك إلى طولِ الفترةِ الزمنيةِ التي يُمكِنُ توقُّعُ تجاوزِ أيٍّ من هذهِ الحضاراتِ فيها ما أسماهُ كارل «المراهقةَ التكنولوجيةَ»، وهي تلكَ الفترةُ الخطيرةُ التي تَبتكِرُ فيها حضارةٌ ناشئةٌ الوسائلَ التقنيةَ لتدميرِ نفسِها، لكنَّها لم تكتسِبْ بعدُ النضجَ والحكمةَ

اللازمين للحيلولةِ دونَ وقوعِ كارثةٍ. وقد عَلِم **فرانك** و**كارل** أنهما يتنبآنِ بقيمةِ L بناءً على الواقعِ الكئيبِ الذي كانَ من المتوقَّعِ، في خِضَمِّ سباقِ التسلحِ النوويِّ، أن تعيشَهُ الحضارةُ البشريةُ في المستقبلِ. كانتْ تلكَ الفترةُ أيضًا التي صَمَّم فيها **مانابي** و**ويثرالد** أولَ نماذجِ مناخيةٍ دقيقةٍ وَضَعَتْ في الاعتبارِ علَى نطاقٍ واسعٍ إطلاقَ كمياتٍ كبيرةٍ مِن غازاتِ الدفيئةِ إلى الغلافِ الجويِّ.

ما الذي يَدْفَعُنِي، إذنْ، إلى الاعتقادِ بأنَّ البشريةَ سَتَنْجُو؟ حسنًا، يَكْمُنُ أحدُ أسبابِ إيماني بذلكَ في أنَّه ما مِن شخصٍ لم يَبْدُ أنه يَشْعُرُ باليأسِ أو شعر به بالفعلِ على الأقلِّ لفترةٍ وجيزةٍ في مرحلةِ مراهقتِهِ.

لقدْ شعرتُ بذلكَ بالتأكيدِ، وشعوري ذلكَ استمرَّ فترةً أطولَ مِن سنواتِ المراهقةِ المعتادةِ. لقد كنتُ مستهترةً وغيرَ مسئولةٍ، وتسببتُ في أرقِ والديَّ لعددٍ لا يُحصَى مِن الليالي بسببِ عدمِ اتصالي بهما أو زيارتِهما كما وعدتُهُما. وكانتْ مشاعري لا يُمكِنُ التنبؤُ بها. وكانتْ غُرفتي، ولاحقًا شقتِي، في حالةِ فوضى عادةً. بدأتُ أمورًا لم أُنْهِهَا، وكنتُ أخسَرُ أغرَاضِي بصورةٍ دائمةٍ بشكلٍ مزعجٍ، وجربتُ تعاطي موادَّ ذاتِ قوةٍ غيرِ معلومةٍ، مُعَرِّضَةً عقلي وحياتي للخطرِ. لم أهتمَّ بالحقائقِ، وكنتُ ساذجةً؛ لأنني لم أَكُنْ قد تبنيتُ بعدُ وسيلةً للتفكيرِ بأسلوبٍ نقديٍّ. لقد كنتُ أنانيةً، ولا يمكنُ الوثوقُ في وفائي بوعودِي أو الجَدِّ في العملِ الذي سيُحَقِّقُ لي المستقبلَ الذي أَبغِيه. لم يمثِّلِ المستقبلُ حقيقةً في نظري، بل إنَّ الحقيقةَ في حدِّ ذَاتِها لم تمثِّلْ حقيقةً لي. ولم أتمكَّنْ مِنَ استيعابِها إلا بعدَ أن بدأتُ في النضجِ.

ولم يتحقَّقْ ذلكَ بصورةٍ كاملةٍ إلا عندما بدأتْ معرفتي **بكارل**. كانَ التغييرُ طفيفًا في البدايةِ. عَرَفْنَا بعضَنا كزملاءَ وأصدقاءَ على مدى الأعوامِ الأولى القليلةِ من تَعَارُفِنا. ولم يَعِظْنِي أو يستهزِئْ بي لمعتقداتِي غيرِ المدروسةِ، وإنما طَرَحَ عليَّ الأسئلةَ التي سَأَظَلُّ أتذكرُها وستؤثِّرُ دومًا على أفكاري. لقد منحني معاييرَ جديدةً للاستدلالِ مِن أجلِ الحكمِ على أكثرِ المعتقداتِ التي

أَكْنَنْتُ لها تقديرًا. ولم تعُدِ العفويةُ التي سيطرتْ عليَّ طويلاً كافيةً. استمَعَ إليَّ كارل بصدقٍ، كانَ يَطْرَحُ عليَّ الأسئلةَ بَعْدَ استماعِهِ.

عندما وَقَعْنَا في الحبِّ، كانَ الأمرُ أشبهَ باكتشافِ عالمٍ جديدٍ، عالمٍ تمنيتُ لو كانَ ممكنًا، لكنَّنِي لم أَرَهُ من قبلُ. في ذلكَ العالمِ الجديدِ، تجاوَزَ الواقعُ الخيالَ في كلِّ شيءٍ. وكانتِ الحقيقةُ فيه أهمَّ من أيِّ شيءٍ آخرَ. مثلما - بالضبطِ - لا يمكنُ الكذبُ للوصولِ إلى القمرِ أو الكواكبِ الأخرى؛ لأنَّ كلَّ خطوةٍ مِن عشراتِ الآلافِ مِنَ الخطواتِ التي يَقُومُ بها الإنسانُ في أيٍّ من هذه المهامِّ يَجِبُ أن تكونَ حقيقيةً ليتحققَ النجاحُ، لم يكنْ للأكاذيبِ وجودٌ في ذلكَ العالمِ الجديدِ الذي تَشَارَكْنَاهُ معًا. عَلِمَ كِلاَنَا أَنَّ سَعَادَتَنَا اعتمدتْ على اتحادِنا معًا، وأنَّ أيَّ كذبةٍ هي نوعٌ مِن الانفصالِ بيننا، مهما كانتْ صغيرةً. فكلُّ شيءٍ فَعَلْنَاه معًا أصبحَ شكلاً آخرَ مِن أشكالِ الحبِّ.



العالمُ المحتمل الذي يُمْكِنُ لشخصَيْنِ صنعُهُ معًا. ضحكةٌ تَجْمَعُ بين كارل ساجان وآن درويان في عيدِ ميلادِ آن الأربعينَ.

هل من معادلةٍ تُعَبّرُ عن الأثرِ المتزايدِ للتحسنِ في أيِّ علاقةِ حبٍّ صادقةٍ؟ جَعَلَني **كارل** أرغبُ في أن أكونَ إنسانةً أفضلَ. فكلُّ فعلٍ ينمُّ عن الحبِّ فعلَهُ أيٌّ منا جَعَلَ الآخرَ يَرْغَبُ في التقدُّمِ في حياتِهِ. فكتابتي التي كانتْ متكلفةً ومؤلمةً في الوقتِ نفسِهِ، تحررتْ من وعيي الذاتيِّ الذي كانَ يُكَبِّلُنِي في كثيرٍ مِن الأحيانِ. فلَمْ أَعُدْ أسعى لإبهارِ الآخرينَ، وإنما أصبحَ كلُّ ما أريدُه هو التواصلَ معَ القراءِ. وبدءًا من كتابِ «الكون: رحلة شخصية»، صارَ عَمَلِي محبةً أُقَدِّمُها يوميًّا **لكارل**. وعندما كنا نَكْتُبُ معًا، كنتُ أشاهِدُهُ يقرأُ ما كتبتُهُ خلالَ اليومِ. وفي بعضِ الأحيانِ، كانَ ينفجِرُ ضاحكًا أو يُومِئُ كما لو كانَ يُحَيِّيني، فكانَ قَلْبِي يطيرُ فرحًا. وأعرفُ أنه كانَ ينتابُهُ الشعورُ نفسُهُ عندما كنتُ أَسْعَدُ بعملِهِ.

في إحدَى الليالِي التي ملأتْ فيها النجومُ السماءَ، وبينما استلقَيْنا معًا على سطحِ سفينةٍ في عرضِ المحيطِ الهادئِ، رأينا زوجَيْن مِنَ الدلافين يسبحانِ بجوارِ السفينةِ وظللنا نشاهدهما لنحوِ 10 دقائقَ حتى غَطَسَا فجأةً في حركةٍ واحدةٍ رَشِيقَةٍ واختفيا في الأعماقِ. كانا يتحركانِ معًا في انسجامٍ كما لو كانَا يتواصلانِ بصورةٍ غامضةٍ. نَظَرَ **كارل** إليَّ وقالَ مبتسمًا: «هذانِ يشْبِهاننَا، يا **آني**».

عِشْنَا معًا 20 عامًا حتى نفانِي موتُهُ للأبدِ من ذلكَ العالمِ الذي اكتشفناهُ معًا. رَغِبْتُ في إنهاءِ حياتي، لكنَّ أطفالَنَا كانا لا يزالانَ صغارًا، ولم يكُنْ أمامي خيارٌ باعتباري أُمَّهُما سِوَى الاستمرارِ في العيشِ. لذا، احتفظتُ بما تعلمتُهُ مع كارل داخلي، وبذلتُ كلَّ ما في وُسعي للحفاظِ على أثرِهِ. ووهبتُ حياتي من جديدٍ لمواصلةِ العملِ الذي قُمْنَا به معًا.



أتمنَّى أنْ يكونَ ما تعلمتُه من حياتي في ذلكَ العالمِ مَعَ **كارل** لمدةِ عقدَيْنِ من الزمانِ قد صارَ جزءًا من كلِّ شيءٍ أَفْعَلُهُ الآنَ، أيْ بَعْدَ أكثرَ مِن عقدَيْنِ. وهذا الكتابُ، بدءًا من فصلِهِ الأولِ، هو

قصةٌ تَعْرِضُ كيفَ اكتشَفَ البشرُ الزراعةَ وبَنَوْا مستقبلاً لم يَكُنْ آنذاك سوى فكرةٍ مجردةٍ؛ وكيفَ يُمكِنُ لأكثرِ البشرِ بشاعةً، مثلَ **أسوكا،** أن يتغيَّرَ؛ وكيفَ أنَّ صلابةَ الحياةِ تمكِّنُها من النجاةِ مِن التحدياتِ التي تَفْرِضُها البيئةُ وتبدو لا تُقهَر. عرضَ الكتابُ أيضًا كيفَ يُمكِنُنَا تحمُّلُ معاناةٍ لا تُطاقُ، مثلما فَعَلَ **فافيلوف** وزملاؤُهُ، من أجلِ الحفاظِ على مستقبلٍ ملائمٍ للعيشِ لأحفادِنا؛ وكيفَ استخدَمْنا بشجاعةٍ عدسةَ العلمَ لنفحَصَ أنفسَنَا دونَ ترددٍ؛ وكيفَ خَلَّصَنَا العلمُ مِن حاجتِنا الطفوليةِ لأنْ نَكُونَ مركزَ الكونِ، ومكَّننا من تقبُّلِ ظروفِنا الحقيقيةِ على نقطةٍ زرقاءَ باهتةٍ بَيْنَ تريليون من العوالمِ الأخرى.

استعرض الكتابُ كذلكَ كيفَ بَدَأْنَا نَعِي أشكالَ الحياةِ الأخرى التي قُمْنَا باستغلالِها وتعذِيبِها؛ وكيفَ صِرْنَا نعملُ أخيرًا على إنهاءِ عُزْلَتِنَا الكونيةِ التي دَامَتْ طويلاً والانطلاقِ نحوَ أعماقِ المحيطِ الكونيِّ السحيقِ؛ وكيفَ عَلَّمَنَا العلمُ التعايشَ مع ألغازِ الطبيعةِ دُونَ القفزِ إلى تفسيراتٍ خاطئةٍ تكونُ مُرضيةً لنا. أوضحَ الكتابُ كَيفَ يمكنُ للعلمِ مساعدتُنا في التنبؤِ بالمخاطرِ التي تُحدِقُ بموطنِنا قبلَ وقوعِها بفترةٍ طويلةٍ؛ كي يُمكِنَنَا القيامُ بالعملِ الشاقِّ الذي سيسمَحُ لنا بالهجرةِ إلى مكانٍ آخرَ في المستقبلِ البعيدِ. أوضحَ الكتابُ لنَا كيفَ يُمكِنُ للعلمِ مَنْحُنا قوةَ التنبؤِ لحمايةِ البشريةِ؛ وأخيرًا كيفَ يمكنُ لطفلٍ صغيرٍ يَنْشَأُ في ظلِّ أبسطِ الظروفِ على كوكبٍ لم يَهْرُبْ أيُّ شيءٍ فيه من قبلُ مِنْ وطْءِ جاذبيتِهِ، أن يحلُمَ برحلةٍ ستتحقَّقُ بَيْنَ النجومِ ويكبُرَ ليصبِحَ قائدًا لأولِ مهمةٍ يُرسِلُهَا كوكبُهُ على الإطلاقِ إلى النجومِ.

اعذرونِي إذنْ لتفاؤلي واسمَحُوا لي بأَنْ أُخْبِرَكُم بحلمي بشأنِ المستقبلِ.

تخيلوا أَنَّنا في عامِ 2029، ثمةَ فتاةٌ تَعِيشُ في مكانٍ ما، لعلَّها في العاشرةِ مِن عمرِها. تعيشُ هذهِ الفتاةُ في مستقبلٍ لا يزالُ فيه مجالٌ للتحسنِ والتطورِ. أتجولُ بعينِ عقلي في الشقةِ التي تَعِيشُ فيهَا، فأرى أنها تتمدَّدُ على سجادةِ غرفةِ معيشةٍ رثَّةٍ لوقتٍ طويلٍ في فترةِ ما بعدَ الظهيرةِ. ترسُمُ رؤيتَها لما سيكونُ عليه المستقبلُ في مكافئِ القرنِ الحادي والعشرينَ لكراسةِ رسمِ **كارل**

في طفولتِهِ. ويمكنُ الاستنتاجُ مِن الأشياءِ المحيطةِ بها ومِنْ ملابِسِها أنه لا يزالُ هناكَ أطفالٌ غيرُ خاضعينَ لرقابةٍ وثيقةٍ مِن أولياءِ أمورِهم في عامِ 2029. ومن أثرِ السجادةِ التي طُبِعَ وَسْمُهَا على ذِرَاعِهَا ومرفقها نعلمُ أنها كانتْ على هذا الوضعِ لبعضِ الوقتِ ولا تزالُ مستغرقةً تمامًا فيما تَفْعَلُهُ.

كانَ العنوانُ المكتوبُ أعلَى الملصقِ هُوَ «كيفَ تحسن حال الأرضِ؟»، ويتكوَّنُ رسمُها أيضًا مِن عناوينَ وتواريخَ مِن مستقبلِها الذي تَتَخَيَّلُهُ. كانَ أولُ هذهِ العناوينِ هو تاريخَ العددِ الذي يشيرُ إلى عامِ 2033. وكانَ العنوانُ «غابةُ الأمازون المطيرةُ يتضاعَفُ حجمُها ثلاثَ مراتٍ!».

تَنْتَشِرُ تواريخُ وعناوينُ أخرى من مواقعَ إلكترونيةٍ مُصطنعةٍ في أنحاءِ الصفحةِ، وتتداخَلُ أحيانًا مع بعضِها بحيثُ تَظْهَرُ بعضُ الكلماتِ غيرَ كاملةٍ.

احتفالٌ في برجِ إيفل في عامِ 2034 يُعلِنُ: «بدءَ عملِ مفاعلِ الاندماجِ النوويِّ الحراريِّ التجريبيِّ الدوليِّ ITER! مدينة باريس بأكملِها تحصُلُ على طاقتِها من ملعقةٍ صغيرةٍ مِن الماءِ!».

2035: «أولُ تواصلٍ معَ الحيتانِ الزرقاءِ! تَرْجَمْنَا أغانِيَها! ينتابُها غضبٌ عارمٌ!!».

2036: أرضٌ مهجورةٌ مُتَجَمِّدَةٌ ذاتُ أبنيةٍ مستقبليةٍ: «افتتاحُ بنكِ بذورٍ بين الكواكب في القطبِ الجنوبيِّ للقمرِ!».

2037: «متحفُ وسائلِ النقلِ يحصُلُ على آخرِ محركِ احتراقٍ داخليٍّ!».

2049: «التليسكوبُ الكونيُّ يكشِفُ عن جرمٍ صناعيٍّ له أبعادٌ ضخمةٌ!!».



بناءُ شجرةِ الحياةِ الضخمِ في ميناء نيويورك. ويمثّلُ هذا البناءُ - الذي بُنِيَ من حجرٍ جيريٍّ مُصَمَّمٍ باستخلاصِ ثاني أكسيدِ الكربونِ من الغلافِ الجويِّ - رمزًا للقدرةِ البشريةِ على التصدي لأعتَى التحدياتِ.

2051: «زراعةُ الشجرةِ المليونِ على المريخِ!».

نُظِمت كلُّ هذه العناوينِ حولَ دائرةٍ كبيرةٍ ذاتِ بنيةٍ غيرِ مألوفةٍ الشكلِ مطلقًا في مركزِها. تعلو هذه الدائرةُ فوقَ ميناءِ نيويورك. إنها شجرةُ الحياةِ الخاصةِ بنا، وهي بناءٌ ضخمٌ مصنوعٌ من كربوناتِ الكالسيومِ، أي من المادةِ نفسِها التي تستخدِمُها الطبيعةُ لتكوينِ الصدفِ البحريِّ واللآلئِ. بيدَ أنَّ هذهِ البنيةَ المذهلةَ بُنيتْ من ثاني أكسيدِ الكربونِ المستَرَدِّ مِن الغلافِ الجويِّ للأرضِ، والمحوَّلِ إلى حجرِ المرمرِ. تَعْرِضُ الشجرةُ كلَّ أشكالِ الحياةِ المتعددةِ الموجودةِ على كوكبِ الأرضِ بإتقانٍ كما لو كانتْ قد وَجَدَتْ عُشَّهَا على أغصانِ تلكَ الشجرةِ الواسعةِ على نحوٍ مميَّزٍ. تَضْرِبُ هذهِ الشجرةُ الشاهقةُ الارتفاعِ بجذورِها بقوةٍ في أعماقِ وادي هدسون بالمحيطِ الأطلنطيِّ.

يُعَدُّ هذا البناءُ الضخمُ الجديدُ واحدًا مِن بينِ المباني العديدةِ المشيَّدَةِ في كلِّ ميناءٍ مِن موانئِ الأرضِ الكبرى. وعجائبُ الدنيا المستقبليةِ هذه لا تُشِيرُ فقط إلى أنَّ النوعَ البشريَّ قَدْ تَوَصَّلَ إلى



طريقةٍ لاستخدامِ العلمِ والتقنيةِ العاليةِ لدَرْءِ أسوأِ عواقبِ تغيُّرِ المناخِ، وإنما تُشيرُ إلى أنَّ البشرَ يُعلنونَ عن تطلعِهِم إلى حياةٍ بشريةٍ عظيمةٍ تَتَنَاغَمُ معَ بقيةِ الكائناتِ التي تُشَارِكُنَا العيشَ على كوكبِ الأرضِ. لقد كانَ تمثالُ الحريةِ خُطْوَةً في هذا الاتجاهِ، وعلى مدى أكثرَ مِنْ قرنٍ أشعلَ الأملَ في نفوسِ العالمِ.

لقد تغيَّرَتْ كذلكَ المياهُ الموجودةُ أسفلَ شجرةِ الحياةِ؛ إذ تسبحُ أسرابٌ ضخمةٌ مِن الأسماكِ وأفراسِ البحرِ والسلطعون والكركند والديدانِ المسطحةِ متموجةِ الأطرافِ وسمكِ الأنقليس والحبَّارِ والدلافينِ والفقماتِ إلى داخلِ وخارجِ جذورِ شجرةِ الحياةِ التي تمتدُّ إلى داخلِ أخدودِ هدسون الكبيرِ حيثُ يَسْبَحُ سربٌ مِن الحيتانِ الحدباءِ. وخلَّصتِ مجموعاتٌ من الفرقِ البحريةِ المحيطاتِ مِن شباكِ الصيدِ التي هَجَرَها الصيَّادون، وتَسَبَّبَتْ في مقتلِ العديدِ مِن الأنواعِ البحريةِ النادرةِ. واستبدلتْ هذه الفرقُ بتلكَ الشباكِ قنواتٍ رأسيةً لا حَصْرَ لها معبأةً بكَمياتٍ ضخمةٍ من بلحِ البحرِ والمحارِ والبطلينوس. وقد كانَ تطورُ الزراعةِ المائيةِ للمحارياتِ، التي تعتمِدُ على المياهِ النظيفةِ، مفيدًا للغايةِ لمحيطاتِ العالمِ. فالمحارياتُ تعمَلُ كأنظمةِ ترشيحٍ للمياهِ.



معرضُ نيويورك العالمي بسرادقاتِهِ الضخمةِ عَامَ 2039.

وعلى اليابسةِ، في المكانِ ذَاتِهِ الذي وَجَدَ فيه **كارل** أرضَ أحلامِه وهو في الخامسةِ مِنْ عُمرِهِ، يُقامُ معرضُ نيويورك العالميُّ لعامِ 2039. يتوافدُ الزائرونَ عَبْرَ المدخلِ، منبهرينَ بمنظرِ السرادقاتِ المستقبليةِ الخمسةِ الضخمةِ المحيطةِ بالبركةِ المائيةِ العاكسةِ الضخمةِ البيضاويةِ الشكلِ. يجمَعُ بينَ كلِّ هذهِ السرادقاتِ نوعٌ مِنَ الجمالِ البيولوجيِّ؛ فكلٌّ مِنها تعبيرٌ عَنِ التقديرِ للطبيعةِ. ويمنَحُ المكانُ الزائرَ شعورًا بدخولِ عالمٍ مفقودٍ، مستقبَلٌ تفاؤليٌّ لم نَحْظَ به منذُ أن سارَ الإنسانُ على القمرِ.

أولُ محطةٍ في جولَتِنا بالمعرضِ هي سرادقُ الباحثينَ. نَدْخُلُ عبرَ فتحةٍ تبدو كعينٍ عملاقةٍ مُحدقةٍ لنجِدَ بهوَ السرادقِ مليئًا بالأصدقاءِ القدامى؛ أعظمِ الأبطالِ في تاريخِ العلمِ، وقدْ عَادوا إلى الحياةِ الافتراضيةِ، وكلٌّ مِنْهُمْ على استعدادٍ لأن يَقُصَّ، لكلِّ زائرٍ على حِدَةٍ، كيفَ كشف أسرارَ الطبيعةِ. وهؤلاءِ ليسوا مجردَ روبوتاتٍ رُءُوسُهم معبأةٌ برسائلَ مُسَجَّلَةٍ؛ فقد تَوَصَّلَ الإنسانُ إلى طريقةٍ لاستنساخِ الشبكاتِ العصبيةِ في عقولِ أولئكَ العلماءِ بما تَحوِيهِ مِنْ أفكارٍ وذكرياتٍ وروابطَ، أي الكونكتوم الخاصّ بهم. فيُجِيبُونَ دونَ كللٍ على كلِّ سؤالٍ قد يَرِدُ على ذِهْنِ الزائرِ. وما مِنْ سؤالٍ سخيفٍ، فَيَجِبُ ألا يخجلَ الزائرُ مِن طرحِ أيِّ سؤالٍ يَوَدُّ فعلاً معرفةَ الإجابةِ عنه.

تخيَّلْ عالَمًا تُروَى فيه القصةُ التي لم تَنْتَهِ بعدُ للكونِ لكلِّ طفلٍ كأغاني الأطفالِ والقصصِ الخياليةِ التي نملأُ بها رُءُوسَ أطفالِنا حاليًّا. كَمْ مِنْ خلايا عصبيةٍ فتيةٍ وأوقاتٍ ثمينةٍ نُضَيِّعُهَا عندما نَشْغَلُ عقولَ أطفالِنا بالترهاتِ في خلالِ سنواتِ عمرِهِم التي يَتَمَتَّعُونَ فيها بأفضلِ قدرةٍ على استيعابِ المعلوماتِ وتخزينِها!

يأتي بعدَ ذلكَ سرادقُ البُعدِ الرابعِ، وهو الوقتُ. يَسْمَحُ هذا السرادقُ للزائرِ باستكشافِ التقويمِ الكونيِّ بأكملِهِ. فهو مكانٌ يُمْكِنُ فيه لأيِّ شخصٍ تحديدُ إحداثياتِ الزمانِ والمكانِ، وزيارةُ أيِّ لحظةٍ في تاريخِ التطورِ الكونيِّ البالغِ 13.8 مليار سنةٍ. لم يبدأِ الإنسانُ في ممارسةِ العلمِ على

نحوٍ منهجيٍّ إلا منذُ أربعةِ قرونٍ فَقَطْ، لكنَّنَا تَمَكنَّا بالفعلِ مِنْ إعادةِ تصميمِ الكثيرِ ممَّا حَدَثَ قَبْلَ أنْ يوجَدَ الإنسانُ على الأرضِ بملياراتِ السنينَ.

يمتلِئُ الجزءُ العلويُّ مِنْ تلك المساحةِ الداخليةِ الشاسعةِ بأجرامِ الكونِ الفلكيةِ المتحركةِ. فتظهَرُ المذنباتُ وهي تُحَلِّقُ، والنجومُ وهي تَتَجَمَّعُ في مجراتٍ مروحيةٍ، والعوالمُ وهِيَ تَتَكَوَّنُ مِنَ الأقراصِ التراكميةِ المحيطةِ بالنجومِ الوليدةِ. وأرضيةُ المبنَى الضخمِ بأكملِها هي التقويمُ الكونيُّ، وهي مُقَسَّمَةٌ إلى شهورٍ وأيامِ عامٍ واحدٍ، لكنْ مَعَ اختلافٍ واحدٍ لافتٍ للنظرِ، وهو أنَّ التواريخَ والأزمنةَ تمثِّلُ بواباتٍ في أرضيةِ السرادقِ لخوضِ تجربةٍ أكثرَ عمقًا في أحداثِ التطورِ الكونيِّ.

ما الحدثُ الذي تودُّ أن تشهدَهُ في تاريخِ الكونِ أكثرَ مِنْ أيِّ شيءٍ آخرَ؟ يُمكِنُكَ أن تنتقِلَ إلى الوقتِ الذي بَدَأَ فيه ظهورُ أولِ النجومِ، أو إلى آخرِ يومٍ في حياةِ الديناصوراتِ، وهي تلكَ الكائناتُ التي هَيْمَنَتْ على الأرضِ لمئاتِ الملايينِ منَ السنينَ. أو ماذا عنِ القيامِ برحلةٍ لمدةِ يومٍ واحدٍ إلى مدينةِ أريحا لرؤيةِ بُرجِهَا في أثناءِ الانتهاءِ من تشييدِهِ؟ الخيارُ لَكَ.

السرادقُ التالي هو قصرُ الحياةِ البلوريُّ. تُناطحُ أبراجُ ذلكَ القصرِ، التي تمتلئُ بمياهِ البحرِ، السحابَ. والهيكلُ بأكملِهِ شفافٌ، لكنْ عِنْدَ دخولِهِ تُحِيطُ بالزائرِ ظلمةٌ حالكةٌ. ومن وسطِ هذه الظلمةِ يَتَبَدَّى شيءٌ مكفهِرٌّ مخيفٌ. يبدو أنَّ جزءًا منه حيوانٌ، وجزءًا آخرَ عجيبةٌ هندسيةٌ. إنه «ثغرُ الأبديةِ»، وهو مدخلُ القصرِ.



قصرُ الحياةِ البلوريُّ في معرضِ نيويورك العالميِّ عامَ 2039، وهو أشبهُ بمعبدٍ مُكَرَّسٍ لتخليدِ استمراريةِ الحياةِ الممتدةِ على نحوٍ بطوليٍّ لأربعةِ مليارات سنةٍ وتنوعِها المذهلِ.

هذا الشبحُ غريبٌ للغايةِ، ومخيفٌ جدًّا، لكنَّنَا نعرفُهُ باسمِ Saccorhytus coronarius، وهو أقدمُ سلفٍ مشترَكٍ معروفٍ لنا، أي السلفُ الذي يَرْبِطُ بينَ البشرِ والحيواناتِ، وقدِ التقَينا بهِ في الفصلِ السابعِ. ويُمْكِنُنَا تتبعُ تطورِ الحمضِ النوويِّ الريبيِّ منزوعِ الأكسجين الخاصِّ بنا، وصولاً إلى ما يَزِيدُ على 500 مليونِ سنةٍ مَضَتْ، أي نصفِ مليارِ سنةٍ مِنَ الحياةِ التي تَمَكَّنَتْ بصورةٍ مَا منَ النجاةِ منْ أيِّ شيءٍ يُمكِنُ للبيئةِ أن تُصِيبَهَا به. ويُعَدُّ اكتشافُ صِلَتِنَا المباشرةِ بهذا السلفِ أحدَ أعظمِ إنجازاتِ العلمِ. مَا الهيئةُ التِي ستصيرُ عليْها صورةُ الحياةِ المُغَيِّرَةِ لشكلِها بعدَ مئاتِ الملايينِ مِنَ السنينَ مِنَ الآنَ؟ لقد كانَ Saccorhytus coronarius الحقيقيُّ صغيرًا للغايةِ فِي الواقعِ، مجردَ نقطةٍ سوداءَ في نَظَرِنا، لكنَّهُ لَعِبَ دورًا كبيرًا في قصةِ حياتِنا. فعلَى حدِّ عِلْمِنا،

يُعَدُّ هذَا السلفُ المشتركُ شكلَ الحياةِ المؤسِّسَ لمملكةِ الحيوانِ. إن التطوُّر، عندَ منحِهِ عالمًا مناسبًا ووقتًا كافيًا، يجعلُ مِن الممكنِ للخصائصِ الأكثرِ تعقيدًا غيرِ المتوقعةِ القدرةَ على النشوءِ مِن أشياءَ ربَّما نراها بسيطةً.



ينخفِضُ الفكُّ السفليُّ لثَغْرِ الأبديةِ لأسفلَ ببطء، كاشفًا عن ممرٍّ منحدرٍ يُدخِل الزائرَ إلى قصرِ الحياةِ حَيْثُ يُعرَضُ تنوعُ الطبيعةِ المذهلُ. وتَمْنَحُ زهورُ السحلبيةِ والفراشاتُ والطيورُ الطنَّانةُ المشهدَ طابعًا نابضًا بالحياةِ والحيويةِ.

لقد نَجَتِ الحياةُ، على مدى أربعةِ مليارات عامٍ، من خمسةِ أحداثِ انقراضٍ جماعيٍّ على الأقلِّ، وخرجتْ من كلٍّ منها أقوى وأكثرَ تنوعًا مِنْ ذِي قبلُ. فتُثبتُ الحياةُ أننا أكثرُ بكثيرٍ مِن مجموعِ أجزائِنا، وحتى عندما نَجِدُ أنفسَنا في موقفٍ عصيبٍ، تَتَمَكَّنُ الحياةُ مِن إيجادِ سبيلِ الوصولِ إلى المستقبلِ.

حتى المشكلاتُ التي تَبْدُو غيرَ قابلةٍ للحلِّ يُمكِنُ حَلُّهَا إذا طَبَّقْنا معرفَتَنا على الطبيعةِ بحكمةٍ. العالمُ، على سبيلِ المثالِ، مُبتلًى بمائةٍ وعشرةِ ملايينَ لغمٍ أرضيٍّ نتيجةً لصراعاتٍ صارتِ الآنَ طيَّ النسيانِ. وتتسبَّبُ هذهِ الألغامُ كلَّ عامٍ في مقتلِ أو تشويهِ الآلافِ مِن المدنيينَ، من بينهم مزارعونَ وأطفالٌ يلعبونَ مع أصدقائِهِم. ما الذي يُمكِنُنَا فعلُهُ إزاءَ هذه المشكلةِ؟ إذا تصوَّرنا الجهدَ العالميَّ اللازمَ للعثورِ على مائةٍ وعشرةِ ملايينَ جهازٍ متفجِّرٍ مدفونٍ تحتَ الأرضِ ونزعِ فتيلِها، فسنعتقِدُ أنه أمرٌ مَيْئُوسٌ منه، أليسَ كَذَلِكَ؟

يحتوي قصرُ الحياةِ على حقولٍ مِنَ الأزهارِ البريةِ، وبين هذهِ الأزهارِ تُوجَدُ نباتاتُ رشادِ أُذنِ الفأرِ ذاتِ الزهورِ البيضاءِ الرقيقةِ. ويوجدُ نوعانِ أو ثلاثةُ أنواعٍ من هذا النباتِ ذاتُ أوراقٍ حمراءَ زاهيةٍ بينَ العديدِ منَ الأنواعِ الأخرى الخضراءِ. لقد توصَّلَ علماءُ النباتاتِ إلى وسيلةٍ مبتكرةٍ باستخدامِ الهندسةِ الحيويةِ للكشفِ عن وجودِ هذه المتفجّراتِ الخطيرةِ تحتَ أقدامِنا.

فطبَّقوا الهندسةَ الحيويةَ على نباتِ رشادِ أُذنِ الفأرِ الذي تَكشِفُ جذورُهُ عن غازِ ثاني أكسيدِ النيتروجين الذي تُطلقه هذه الألغامُ الأرضيةُ وأجهزةُ التفجيرِ يدويةُ الصنعِ. فإذا أَنتجَ النباتُ أوراقًا حمراءَ، ينبغي توخِّي الحذرِ؛ إذ يدلُّ ذلكَ على وجودِ لغمٍ أرضيٍّ تحتَهُ. لكنْ إذا كانتْ أوراقُهُ خضراءَ، فيُمكِنُ اللعبُ مع الأصدقاءِ في سلامٍ في ذلكَ المكانِ. نُدرِكُ من ذلكَ أن بوُسعنا استغلالَ فهمِنا للطبيعةِ للخروجِ مِن الأشراكِ التي نَنْصِبُهَا لأنفسِنا.

من خلالِ حروبِنا ونمطِ حياتِنا، أَغْرَقْنا هذا العالمَ بالمخلفاتِ. ولا يقتصِرُ ذلكَ على الألغامِ الأرضيةِ وأجهزةِ التفجيرِ يدويةِ الصنعِ، وإنما يَشْمَلُ كذلكَ السمومَ الناجمةَ عن الوقودِ الحفريِّ، ومخلفاتِ حضارتنا الاستهلاكيةِ، ومحطاتِ الطاقةِ النوويةِ، والأسلحةَ، والألعابَ الإلكترونيةِ التي نَتَخَلَّصُ منها بمعدلٍ يُنذِرُ بالخطرِ، وهي تَزْخَرُ بمعادنَ ثقيلةٍ قاتلةٍ مِثْلَ الرصاصِ والكادميوم والبريليوم، وغيرِها من المخلفاتِ الإلكترونيةِ الأخرى. تَنْتابُنِي لحظاتٌ مِن اليأسِ عِندما أحاولُ التفكيرَ في فداحةِ هذهِ المشكلةِ، لكنَّ الحياةَ والعلمَ يُقَدِّمَانِ لنا ما يُخْرِجُنا من هذا الكابوسِ، وهو ما يُسمَّى المعالجةَ الحيويةَ.

تُحوِّلُ أشجارُ الحورِ بطبيعتِها مُركَّباتِ ثلاثي كلورو الإيثيلين - وهي مذيباتٌ مُسرطِنَة تمثِّلُ عادةً نواتجَ ثانويةً للصناعةِ - إلى أيوناتِ الكلوريد غيرِ الضارةِ، أي أملاحٍ بسيطةٍ. وقد اكتشفَ علماءُ الأحياءِ المجهريةِ أنَّ بإمكانِهم تهجينَ نوعَيْنِ مختلفَيْنِ من أشجارِ الحورِ لتعزيزِ قدرتِها على إبطالِ مفعولِ مركباتِ ثلاثي كلورو الإيثيلين. وزراعةُ هذهِ الأشجارِ على نطاقٍ واسعٍ لم تُخَلِّصِ الأرضَ مما تَحْوِيهِ من مخاطرَ سامةٍ فحسبُ، وإنما عمِلتْ على زيادةِ عددِ الأشجارِ التي تَسْتَهْلِكُ أقوى غازاتِ الدفيئةِ، ثاني أكسيدِ الكربونِ، وتُنْتِجُ الأكسجين.

يُمكِنُ للخميرةِ كذلكَ، التي مَنَحَتْنا الخبزَ والمعجناتِ، أن تُسَاعِدَنَا في تنظيفِ العالمِ مِنَ المخلفاتِ. فهيَ وسيلةٌ لإبطالِ مفعولِ أخطرِ المخلفاتِ التي أَنْتَجَهَا البشرُ. يُعَدُّ نوعٌ معينٌ مِنَ الخميرةِ اسمُهُ العلميُّ Rhodotorula taiwanensis، ونباتُ المكورةِ الغريبةِ المقاومةِ للإشعاعِ

واسمُهُ العلميُّ Deinococcus radiodurans، فعَّالَيْنِ بصورةٍ خاصةٍ في مقاومةِ إشعاعِ جاما والأحماضِ والمعادنِ الثقيلةِ السامةِ؛ فهما يَلْتَقِطَانِ هذه السمومَ ويحولانِ دونَ تلويثِها لمصادرِ المياهِ وبقيةِ البيئةِ. تقدِّمُ لنا الطبيعةُ فرصًا ثانيةً؛ كطريقةٍ للتراجعِ عن ضررٍ تسبَّبنا فيه.

لكنْ كيفَ نمنَعُ حدوثَ ذلكَ مجددًا؟ ما الذي قَامَ به البشرُ لحمايةِ المستقبلِ البعيدِ؟ ليس لدينا مؤسسةٌ واحدةٌ تُقِرُّ بالخطرِ الطويلِ المدى الذي نشكِّلُهُ على أنفسِنَا، ناهيكَ عن وضعِ خطةٍ للتعاملِ مَعَهُ. فلا يتجاوزُ أُفُقُنَا الزمنيُّ ثلاثةَ أشهرٍ مِنَ الآنَ، أو ربعَ السنةِ الماليةِ التالي، أو أربعَ سنواتٍ إلا أنَّ العلمَ يُخْبِرُنَا بأنَّ المقياسَ الزمنيَّ للحياةِ يُقاسُ بملياراتِ السنينَ. فكيفَ نُحَافِظُ على وعيِنا باستمرارِ الحياةِ، ودورِنا الشخصيِّ في أن نكونَ الرابطَ بين الماضي والمستقبلِ، بحيث يُحدِثُ هذا الوعيُ فارقًا في العالمِ؟

ليسَ لَدَى العلمِ، حاليًّا، وسيلةٌ لجعلِنا حكماءَ أو بعيدي النظرِ، لكنَّ العلمَ يُمْكِنُهُ تَذْكِيرُنَا بمدى طولِ المستقبلِ فحسبُ.

في متجرِ هدايا قصرِ الحياةِ تُباعُ قطعٌ مِنَ المجوهراتِ الكميةِ وساعاتِ اليدِ وتمائمُ للقلائدِ تحتوي على شبكةٍ ثلاثيةِ الأبعادِ مِن ضوءِ الليزرِ للحفاظِ على الذراتِ المعزولةِ لعنصرِ السترونشيوم معلقةً في الفضاءِ. وتتناسَبُ هذهِ الذراتُ على نحوٍ مثاليٍّ معَ الإيقاعِ الكميِّ للكونِ لدرجةِ أنها ستحافِظُ على الوقتِ على مدى 15 مليارَ سنةٍ قادمةٍ دونَ فقدانِ ثانيةٍ واحدةٍ. وهذهِ السنواتُ البالغُ عَدَدُهَا 15 مليارًا ليستْ سوى جزءٍ بسيطٍ للغايةِ مِنَ الحياةِ الأبديةِ.

كَمْ مِنْ حضارةٍ خَسِرَت المعركةَ التي نخوضُها الآنَ؟ كم منْ عالَمٍ مدفونٍ تحتَ سطحِ عالَمِنا الذي نعيشُ فيه الآنَ؟ لعلَّنا لن نعرفَ أبدًا الإجابةَ عنْ هذا السؤالِ. لكنْ في معرضِ نيويورك العالميِّ الذي أحلمُ به، ثمةَ سرادقٌ تعودُ فيه الحضاراتُ البائدةُ إلى الحياةِ بقوةٍ، وهو سرادقُ العوالمِ المفقودةِ.

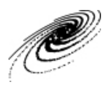
في القرنِ الخامسِ قبلَ الميلادِ في اليونانِ، كتَبَ **هيرودوت،** أبو التاريخِ، عنْ نمطِ الحياةِ المترَفِ لشعبِ تارتيسوس على شبهِ الجزيرةِ الأيبيريةِ. جاءتْ ثروةُ ذلكَ الشعبِ مِنَ الفضةِ والذهبِ اللذَيْن استخرجوهما منَ الأرضِ. وكانتْ لهمْ لغتُهُم وثقافتُهم ورقصاتُهُم وموسيقاهُم الخاصةُ، بيدَ أنه لم يَبْقَ منْ كلِّ ذلكَ سوى عددٍ قليلٍ مِن الأشياءِ ذاتِ التصميمِ المذهلِ. ويُعَدُّ عالَمُ ذلكَ الشعبِ أحدَ العوالمِ المفقودةِ على كوكبِ الأرضِ، لكن الزائرَ في ذلكَ السرادقِ يُمكِنُ أن يسيرَ بينَهُم في أثناءِ ممارستِهِم لحياتِهِم عندما كانتْ حضارتُهُم في أوجِها.

يمكنُ للزائرِ كذلكَ الالتقاءُ بالشعبِ مجهولِ الاسمِ الذي عاشَ مِن قبلُ فيما يُعرَفُ الآنَ بنيجيريا في مكانٍ يُدعَى نوك. استخدم مهندسو ذلكَ الشعبِ أحدثَ الأساليبِ التكنولوجيةِ في عصرِهم على مدى 1500 عامٍ؛ إذ ابتكروا طرقًا جديدةً لاستخدامِ الحديدِ. وكما هو الحالُ مع شعبِ تارتيسوس، كانَ لشعبِ نوك حضارتُهُم الفريدةُ الخاصةُ بهم، لكنَّ كلَّ ما تبقَّى منهم هو بعضُ التماثيلِ الرخاميةِ ذاتِ الطرازِ الفريدِ. لكن، في ذلكَ السرادقِ، تعودُ أساليبُ حياةِ ذلكَ الشعبِ إلى الحياةِ بعدَ أن كانَ منَ المعتقدِ أنها قد طَوَاهَا النسيانُ منذُ زمنٍ طويلٍ.

عندما كانتْ حضارةُ وادي السِّندِ في أوجِ مَجْدِها في عامِ 2500 قبلَ الميلادِ، تكوَّنَتْ منْ شبكةٍ ضخمةٍ مِنَ المدنِ بَلَغَ تعدادُ سكانِها خمسةَ ملايينِ نسمةٍ. وفي الوقتِ الذي عَاشَ فيه الإغريقُ مُرْتَحِلِينَ في قبائلَ صغيرةٍ، ولم يَتَعَدَّوْا كونَهُم جماعةً مِنَ التجارِ الرحالةِ، خَطَّطَ شعبُ وادي السِّندِ أشهرَ مُدُنِهم، موهينجو دارو ، ونَظَّمُوها. ووصلتْ درجةُ تَقَدُّمِهِم إلى تزويدِ منازلِهِم بشبكةِ مواسيرَ سباكةٍ حديثة، الأمرُ الذي لم تَشْهَدْهُ معظمُ الشعوبِ الأخرى حتى نهايةِ القرنِ العشرينَ. وبرعوا كذلكَ في صورٍ أخرى منَ الهندسةِ المائيةِ، مثلَ المواسيرِ الموجودةِ تحتَ الأرضِ، وإدارةِ الصرفِ، والمطابخِ ذاتِ المياهِ الجاريةِ. وعرفوا كذلكَ طبَّ الأسنانِ، ووضعوا مقاييسَ معياريةً لأصغرِ الكمياتِ. وكانوا نحَّاتِينَ بارعين أدخلوا الواقعَ الطبيعيَّ في التصويرِ ثلاثيِّ الأبعادِ للشكلِ البشريِّ.

عَرَفَ شعبُ وادي السِّندِ الكتابةَ، وعلَّقوا لافتاتٍ على المباني، لكنَّنا لم نفهَمْ بعدُ مَعْنَاهَا. واستخدموا النردَ لممارسةِ ألعابِ الحظِّ، وقَضَوْا أمسياتِهِم في ممارسةِ الألعابِ اللوحيةِ. وثمةَ شيءٌ مثيرٌ للاهتمامِ بشأنِ هذا الشعبِ، وهو أنَّهُم لم يتركوا أيَّ تصويراتٍ للحربِ في فَنِّهِمْ، ولا مخابئَ كبيرةً للأسلحةِ. ولا تُوجَدُ أدلةٌ على احتراقِ مُدُنِهِم المخططةِ بدقةٍ بالكاملِ على يدِ أعداءٍ غزاةٍ. ويُعَدُّ هذا الأمرُ غيرَ معتادٍ على الإطلاقِ وفقًا للدراساتِ التي أُجريتْ على الشعوبِ المعاصرةِ لهم، وفي التاريخِ البشريِّ عمومًا.

في سرادقِ العوالمِ المفقودةِ، تَتَّكِئُ الأمهاتُ في مدينةِ موهينجو دارو على نوافذهِنَّ لينادِينَ على أطفالِهِنَّ لتناولِ العشاءِ. فيتلكَّأُ الأطفالُ عائدينَ إلى المنزلِ في تَجَهُّمٍ معَ غروبِ الشمسِ عن ذلكَ العالمِ في سرادقِ العوالمِ المفقودةِ الذي يَشْعُرُ فيه الزائرُ بأنه يَرَى أشخاصًا حقيقيِّينَ، شأنُهم شأنُه، يعيشونَ لحظاتٍ لا تَقِلُّ واقعيةً عن واقعِهِ.



خلفَ سرادقِ العوالمِ المفقودةِ بالضبطِ، يُوجَدُ سرادقٌ آخرُ، وهو سرادقُ العوالمِ المحتملةِ، وهي العوالمُ التي لَيْسَ لها وجودٌ بَعْدُ. والأمرُ في ذلكَ السرادقِ كَمَا لو كانتْ مجرةُ دربِ التبانةِ قد أُنزلت إلى الأرضِ في صورةِ مروحةٍ دوَّارَةٍ ضخمةٍ مِن الأضواءِ والضبابِ المتعددِ الألوانِ

تدورُ ببطءٍ، مُعبّرةً عن الغازِ والغبارِ الموجودَين بينَ النجومِ. وفي مركزِ هذهِ المروحةِ العملاقةِ يُوجَدُ لُبٌّ مِنَ الضوءِ الوهَّاجِ. يدورُ هذا الشكلُ برفقٍ وهو محاطٌ من جميعِ الجهاتِ بخندقٍ مائيٍّ. وفي أثناءِ دَوَرَانِه، تتصلُ الأذرعُ الحلزونيةُ بجسورٍ للمشاةِ تمتدُّ فوقَ المياهِ المحيطةِ بالشكلِ المروحيِّ.

في عصرِنا، أطلَقْنا خمسَ سفنٍ فضائيةٍ إلى النجومِ. وكانتْ سفنًا بدائيةً تسيرُ ببطءٍ كما لو كانت تَتَسَابَقُ في حلمٍ مقارنةً بالمسافاتِ الهائلةِ بينَ النجومِ التي تَقْطَعُهَا. لكنَّ أداءَنا سيتحسَّنُ في المستقبلِ. سنَجِدُ سبيلَنا إلى النجومِ بسرعاتٍ أكبرَ بكثيرٍ. لقَدْ حَدَّدْنَا بالفعلِ الآلافَ مِنَ العوالمِ التي تدورُ حولَ شموسٍ أخرى، وبدأْنا في دراستِها. وفَعَلْنا كلَّ ذلكَ ونحنُ حبساءُ أرضِنا التي تقعُ على مسافاتٍ بعيدةٍ مِن تلكَ العوالمِ، وفي خلالِ 400 عامٍ فقطْ منذ أولِ نظرةٍ أَلْقَاها جاليليو على الكونِ من تليسكوبِهِ. وتحتوي مجرةُ دربِ التبانةِ على مئاتِ الملياراتِ مِن النجومِ، وعددٍ أكبرَ على الأرجحِ مِنَ العوالمِ.

عندما كتبَ **كارل** «الكون: رحلة شخصية»، تخيَّلَ موسوعةً باسمِ Encyclopedia Galactica، وهي عَمَلٌ مَرْجِعِيٌّ يتضمَّنُ جميعَ العوالمِ المحيطةِ بكلِّ النجومِ. وكانَ كارل يكتُبُ هذا العملَ بجرأةٍ في وقتٍ سبقَ اكتشافَ أيِّ كوكبٍ خارجَ المجموعةِ الشمسيةِ، وقبلَ اختراعِ الإنترنت بفترةٍ طويلةٍ. وعلى مدى عقودٍ منذُ ذلكَ الوقتِ، حَدَّدْنا موقعَ الآلافِ مِنَ الكواكبِ التي تدورُ حولَ نجومٍ أخرى. وصارَ حلمُ **كارل** بهذهِ الموسوعةِ أقربَ إلى الواقعِ حاليًّا.

إنَّ تصوراتِنا واستنتاجاتِنا المبهمةَ بشأنِ الآلافِ مِنَ الكواكبِ خارجَ مجموعتِنا الشمسيةِ ستؤدي يومًا ما إلى درجةٍ أكبرَ مِنَ المعرفةِ بنحوِ نصفِ مليونِ عالمٍ. تخيَّلْ، مثلما فَعَلَ كارل، قاعدةَ بياناتٍ مَجَرِّيَّةً ضخمةً أشبهَ بمكتبةِ الإسكندريةِ لمجرةِ دربِ التبانةِ؛ إنها وسيلةٌ ليحصُلَ عالَمُنا الصغيرُ على درجةٍ منَ المواطنةِ الكونيةِ.

في كتابِ «الكون» الأول، صاغ كارل ساجان بنية أكثرِ كتابٍ خياليٍّ تَمَنَّى أن يقرأَهُ، وهو موسوعةُ Encyclopedia Galactica. كانتْ محتوياتُ هذهِ الموسوعةِ مستقاةً علميًّا منْ موجزاتٍ حولَ حضاراتِ العوالمِ المحتملةِ، بما في ذلكَ

حضارتُنا. وفي هذا الشكلِ نَعْرِضُ اقتباسًا منَ المدخلاتِ التي ابتكرَها كارل في كتابِه «الكون»، بالإضافةِ إلى مدخلٍ جديدٍ.

Encyclopedia Galactica

«نحن مَن نُزهِر في الظلامِ»

نوعُ الحضارةِ: R.11
رمزُ المجتمعِ: 6 2 Y،
مجموعاتٌ تحتَ أرضيةٍ بين الكواكبِ، فلسفاتٌ تعاونيةٌ ناشئةٌ
عمرُ الحضارةِ: 4.4 × 1011 s
أولُ تواصلٍ أُجري محليًّا: قبلَ 6.3 × 1010 s
تلقي أولِ رمزٍ مجري متداخلٍ:
قبل 1.3 × 1010 s
الحضارة المصدر، انفجاراتٌ نفقيةٌ نيوترينويةٌ عاليةُ الطاقةِ، حوار متعدد الأطراف بين المجموعات المحلية
الأحياء: كربون، هيدروجين، أكسجين، نيتروجين، حديد، جرمانيوم، سيليكون. كائنات جمادية التغذية تصنع غذاءها ليلاً.
الجينومات: 5 × 1014 (جزء شبه غير متكرر/الجينوم المتوسط: ~ 3 × 1017).
احتمالية النجاة (لكل 1000 عام): 72.1 ٪

«نحن مَن نجونا»

نوع الحضارة: L 1.8
رمز المجتمع: 11 2 A،
النجم: مجال الرؤية، متغير الطيف، r = 9.717 kpc،
phi = 210°20’37” ، theta =00°07’51”

الكوكب: السادس، a = 2.4 × 1013 سم، M = 7 × 1018 g، R = 2.1 × 109 سم، P = 4.5 × 107 s، p = 2.7 × 106 s
مستعمرات خارج الكوكب: لا يوجد
عمر الكوكب: 1.14 × 1017 s
أول تواصل أُجري محليًّا:
قبل 2.6040 × 108 s
تلقي أول رمز مجرى متداخل:
قبل 1.9032 × 108 s
الأحياء: كربون، نيتروجين، أكسجين، هيدروجين، كبريت، سيلينيوم، كلور، بروم، ماء، كبريت ثماني الذرة، هاليدات سلفونيل عطرية متعددة. كائنات ذاتية التغذية تصنع غذاءها بالتخليق الكيميائي الضوئي في غلاف جوي ضعيف الاختزال. متنوعة حيويًّا في الأحياء البحرية، أحادية اللون. m ~ 3 × 1012 g، t ~ 5 × 1010 s
لا يوجد عمليات إبدال وراثية
الجينومات: ~ 6 × 107 (جزء غير متكرر/الجينوم: ~ 2 × 1012).
التكنولوجيا: متزايدة أسيًّا وتقترب من حدّ مقارب.
الثقافة: عامة، غير جماعية، متعددة الأنواع (جنسان، 41 نوعًا)؛ شِعر حسابي.
قبل/بعد الولادة: 0.52 [30],
فردي/جماعي: 0.73 [14],
فني/تكنولوجي: 0.81 [18].
احتمالية النجاة (لكل 100 عام): 80 ٪

«الجنس البشري»

نوع الحضارة: 1.0J
رمز المجتمع: G 4 4،
النجم: نجم النسق الأساسي من النوع G
r = 9.844 kpc،
phi = 206°28’49”، theta = 00°05’24’’
الكوكب: الثالث، a = 1.5 × 1013 سم،
M = 6 x 1027 g, R = 6.4 x 108 cm,
p = 8.6 x 104 s, P = 3.2 x 107 s
مستعمرات خارج الكوكب: في مرحلة التكون
عمر الكوكب: 1.45 × 1017 s
أول تواصل أُجري محليًّا: قبل 3.07 × 109 s
تلقي أول رمز مجرى متداخل:
في انتظار التطبيق
الأحياء: كربون، نيتروجين، أكسجين، كبريت، ماء، فوسفات.
حمض الديوكسي ريبونيوكليك. لا يوجد عمليات إبدال وراثية.
كائنات متحركة غير ذاتية التغذية، متكافلات مع كائنات ذاتية التغذية تصنع غذاءها بالتمثيل الضوئي. كائنات تسكن السطح، أحادية النوع، كائنات متعددة الألوان تتنفس الأكسجين. مركبات رباعي بيرول متمخلب بالحديد في مائع دوراني. ثدييات.
m ~ 7 × 104 g، t ~ 2 × 109 s
الجينومات: 4 × 109.
التكنولوجيا: متزايدة/ وقود حفري/ أسلحة نووية / حروب منظمة / تلوث بيئي/ تغير مناخي غير مقصود / معالجة حيوية على مستوى الكوكب قيد التنفيذ.
الثقافة: ~ 200 دولة قومية، ~ 6 قوى عالمية، تجانس ثقافي وتكنولوجي جارٍ

قبل/بعد الولادة: 0.21 [18]
فردي/جماعي: 0.31 [17]
فني/تكنولوجي: 0.14 [11]
احتمالية النجاة (لكل 100 عام): 50 ٪

تخيَّلْ أننا نخطو داخلَ إحدى الأذرعِ الحلزونيةِ لسرادقِ العوالمِ المحتملةِ الدوَّارِ. سنكتشِفُ أنَّهُ مُظلِمٌ على نحوٍ مفاجئٍ، وسنجِدُ ضوءًا في نهايةِ الممرِّ. ومع اقترابِنا منْ ذلكَ الضوءِ، نُدْرِكُ أنَّهُ نجمٌ؛ أحدُ أطرافِ نظامٍ نجميٍّ ثنائيٍّ. ومعَ دورانِ الشكل الافتراضيِّ المجسَّمِ الثلاثيِّ الأبعادِ، يظهَرُ العالمُ الأولُ. وهو كوكبٌ جليديٌّ مُتشقِّقٌ، دونَ أيِّ علاماتٍ واضحةٍ على وجودِ حياةٍ أو حضارةٍ

عَلَيْهِ. يظهَرُ بعدَ ذلكَ عالمٌ آخرُ؛ وعندما نَرَى جانِبَهُ المظلمَ، نُدْرِكُ أنه محاطٌ بشبكةٍ متداخلةٍ مِنَ الأضواءِ، الأمرُ الذي يُعَدُّ علامةً واضحةً تشيرُ إلى وجودِ حضارةٍ ذكيةٍ عليه. ثم تَتَجَلَّى أمامَنا الْمُفْرَدَةُ الدالةُ على ذلكَ العالمِ في الموسوعةِ، وهي مفردةٌ مُعَدَّلَةٌ لرؤيةِ كارل في كتابِ «الكونِ» الأولِ. وأهلُ هذا العالمِ، الذين يطلقون على أنفسِهِم «نحن مَن نَجَوْنَا»، متقدمونَ علينا بقدرٍ ضئيلٍ فقط. وإذا تَمَكنَّا مِنَ التواصلِ مَعَهُم، فقد يُخْبِرُونَنَا كيفَ تَمَكَّنُوا من تجاوزِ مرحلةِ مراهقتِهِم العاصفةِ.

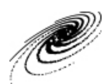
مع غيابِ عالمِ الشبكاتِ المتداخلةِ عَنِ النظرِ، نَسِيرُ أبعدَ في الذراعِ الحلزونية حتى نصلَ إلى نجمٍ برتقاليٍّ مِنَ النوعِ K محاطٍ بمجموعةٍ من العوالمِ التي تَدُورُ حولَه. نُرَكِّزُ على رابعِ هذهِ العوالمِ في البعدِ عنِ النجمِ، والذي له غِلاَفٌ جَوِّيٌّ ذو لونٍ بنفسجيٍّ داكنٍ وأضواءِ شفقٍ قطبيٍّ تتلألأُ فوقَ الغطاءِ الجليديِّ القطبيِّ الشماليِّ له.

ماذا عن الحضاراتِ الأكثرِ تقدمًا منا؟ قد تكونُ هُنَاكَ عوالمُ ذاتُ قدرةٍ هندسيةٍ تبدو أمامَها أعظمُ إنجازاتِنا متواضعةً. نتقدَّمُ أكثرَ فِي الممرِّ، متجاوزينَ نجومًا وعوالمَ وأقمارًا أخرى حتى

نصلَ إلى نجمٍ مِن النوعِ F ذي لونٍ أزرقَ وأبيضَ، والذي يتَّسِمُ بكونِهِ أكثرَ بريقًا بعضَ الشيءِ مِن شمسِنا. تمرُّ عوالمُ هذا النظامِ أَمَامَنَا حتى يبدوَ في الأفقِ عالمٌ ذو مِساحاتٍ يابسةٍ خضراءَ ومحيطاتٍ ذاتِ لونٍ برتقاليٍّ زاهٍ، وحولَهُ حلقةٌ بارزةٌ.

معَ اقترابِ الكوكبِ ذي الحلقةِ أكثرَ منا، نُدرِكُ أنَّ هذهِ الحلقةَ، على عكسِ حلقاتِ زحلَ، مكوَّنَةٌ منْ هيكلٍ مصطنعٍ صُلبٍ. يبدو أنها مصنوعةٌ من البلاتينِ، وبها نوافذُ وأبوابٌ متباعدةٌ على نحوٍ مناسبٍ. وقد تكونُ هناكَ ثقافاتٌ فَكَّكَتْ كواكبَ أخرى في نظامِها وَجَمَعَتْها منْ جديدٍ حولَ عالَمِها مكوِّنَةً حلقةً، موفرةً لنفسها مساحةً أكبرَ ومواردَ أكثرَ. لقد اقتربنا الآنَ بما يكفي مِن سطحِ هذا العالمِ لنرى منصاتٍ ضخمةً تطفو فوقَ الموجاتِ البرتقاليةِ الهائلةِ.

حسنًا، يبدُو مستقبلُ هذا العالمِ مشرقًا. فنحنُ نسيرُ وصولاً إلى نجمٍ قَزمٍ أحمرَ ذي عددٍ صغيرٍ مِنَ الكواكبِ والأقمارِ التي تدورُ بالقربِ منه، وجميعُها متلألئةٌ بأضواءٍ وممتلئةٌ بالبِنى. والجزءُ الصغيرُ مِن الأرضِ غيرِ المطوَّرِ مليءٌ على نحوٍ غريبٍ بالحفرِ. وليس لدى الكائناتِ المسكينةِ من سكانِ ذلكَ العالمِ سوى فرصةٍ ضئيلةٍ للغايةِ في النجاةِ.. ثمةَ شيءٌ يحدُثُ على نجمِهم؛ يبدو أنَّ مركبةً فضائيةً ضخمةً في مدارٍ نجميٍّ تشيِّدُ سقالةً ضخمةً. فهل هذهِ محاولةٌ منْ ذلكَ الكوكبِ لحلِّ أزمةِطاقةٍ على مستوى نظامِهِمُ الشمسيِّ ككلٍّ؟ إنهم يعتمدونَ على الطاقةِ الشمسيةِ، لكنَّ نجمَهم ليس سوى قَزَمٍ أحمرَ واهنٍ غيرِ قادرٍ على تقديمِ ما يكفي من الطاقةِ لحضارتِهم المتعددةِ الكواكبِ.. لعلَّهم استنفدوا كلَّ وَقُودِهم. ننتقلُ، بعدَ ذلكَ لرؤيةِ السقالةِ الصناعيةِ الموجودةِ حَوْلَ النجمِ بوضوحٍ أكثرَ؛ إنها شيءٌ غيرُ مألوفٍ على الإطلاقِ، نجمٌ مُحاط جزئيًّا بقشرةٍ صناعيةٍ.. لا بد أنَّهم يبنونَ قشرةً لتحيطَ بنجمِهم وتحصُدَ كلَّ فوتوناتِ ضوءِ الشمسِ المنبعثِ منه.



كيفَ نصوغ المفردةَ الدالةَ علينا في موسوعةِ Encyclopedia Galactica؟ ربما، حتى في اللحظةِ الراهنةِ، ثمةَ شخصٌ في مكانٍ ما بمجرتِنا قد كتَبَ لنا ملفًّا كوكبيًّا مجمَّعًا من إرسالاتِنا

التلفزيونيةِ أو مُستقًى منْ بعثةٍ استقصائيةٍ سريةٍ إلى عالمِنا. لعلَّهُ يصنعُ فهرسًا بجميعِ الكواكبِ الزرقاءِ في الجزءِ الخاصِّ بنا من مجرتِنا دربِ التبانةِ حتى وصلَ إلى الأرضِ فكتب عنها الإحصائيةَ التاليةَ: «احتماليةُ النجاةِ (لكلِّ 100 سنةٍ): 40 في المائةِ».

أنظرُ إلى هذهِ النسبةِ (40 في المائةِ)، التي ما هي إلا تخمينٌ، وأسمعُ صوتَ النردِ المنزلقِ على أرصفةِ موهينجو دارو عندَ الغسَقِ، وطنينَ النحلِ الراقصِ الذي يَتَجَادَلُ بشأنِ المكانِ الذي يَجِبُ عليه بناءُ مسكنِهِ التالي فيه. أشعرُ بجوعِ **فافيلوف** وزملائِهِ وثِقلِ كلِّ الأفكارِ، بدءًا من صخورِ ستروماتوليت المتموجةِ مرورًا **بآينشتاين** ووصولاً إلينا. وتتردَّدُ في ذهني كلماتُ **آينشتاين** التي انتقاها لافتتاحِ المعرضِ العالميِّ عامَ 1939: «إذا أُريد للعلمِ - على غرارِ الفنِّ - أنْ يؤديَ رسالتَه على الوجهِ الأكملِ، فلا بدَّ أن تنفذَ إنجازاتُه إلى وعيِ الجمهورِ لا بشكلٍ سطحيٍّ فحسْبُ، بل بمعناها الباطنيِّ أيضًا».

وفيما يلي ما أعتقدُ أنَّ **آينشتاين** قد عَنَاهُ بذلكَ «المعنَى الباطنيِّ».

نشأَ كونُنا قبلَ نحوِ 14 مليارَ عامٍ مَعَ انبثاقِ المادةِ والطاقةِ والزمانِ والمكانِ.

كانَ الظلامُ باردًا، والضوءُ ساخنًا، واتحادُ هَذَيْنِ النقيضَيْنِ منحَ المادةَ شكلاً، بالإضافةِ إلى وجودِ بنيةٍ لها.

وكانتْ هناكَ نجومٌ هائلةٌ تفوقُ في كتلتِها كتلةَ شمسِنا بمئاتِ المراتِ. انفجرتْ تلكَ النجومُ، مُرسِلَةً الأكسجينَ والكربونَ إلى العوالِمِ التي ستنشأُ بعدَ ذلكَ ومُزَيِّنَةً إياها بالذهبِ والفضةِ. ومع موتِ تلكَ النجومِ، تحوَّلَتْ إلى ظلامٍ، وثِقلُ ظلامِها رسَّخَ الضوءَ. ووُلِدتْ نجومٌ جديدةٌ إثرَ موتِ تلكَ النجومِ، وبدأتْ في التراقصِ معَ بعضِها، وتكوَّنَتْ في ذلكَ الوقتِ المجراتُ.

وكوَّنَتِ المجراتُ النجومَ التي كوَّنَتْ بدورِها العوالمَ. وعلى عالمٍ واحدٍ على الأقلِّ من تلكَ العوالِمِ جاءَ وقتٌ انبثقَتِ الحرارةُ منْ قلبِهِ المُنصهرِ وتسبَّبتْ في تدفئةِ المياهِ. وبُثَّتِ الحياةُ في المادةِ التي أَمْطَرَتْها النجومُ، فصارتْ واعيةً.

نشأت على الأرضِ الحياةُ ودارتْ صراعاتٌ بينَ الكائناتِ الحيةِ.

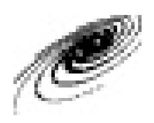
ونمَتْ شجرةٌ ضخمةٌ ذاتُ فروعٍ عديدةٍ، وكادتْ تَسْقُطُ سِتَّ مراتٍ. لكنَّها لا تزالُ تَنْمُو، ولسنا سوى فرعٍ واحدٍ صغيرٍ منها، فرعٍ لا يمكنُهُ العيشُ دُونَ شجرتِهِ.

وببطءٍ، تعلمنا قراءةَ كتابِ الطبيعةِ ومعرفةَ قوانينها؛ كي نرعى هذه الشجرةَ، ونعرِفَ مكانَنا وزمانَنا في محيطِ الكونِ العظيمِ، ونصبِحَ وسيلةَ الكونِ لمعرفةِ نفسِهِ والعودةِ إلى النجومِ.



عِقد من قطراتِ الندى تَتَعَاوَنُ فيه الأحياءُ والكيمياءُ والفيزياءُ لتكوينِ قطعة الحلي الطبيعيةِ هذه.

شكرٌ وتقديرٌ



عندما توفى كارل ساجان في عام 1996، لم تكن وفاته مأساة لي ولأسرتي فقط، وإنما كانت أيضًا ضربة قاصمة لكوكبنا. لقد فقدنا مستكشفًا في مجال العلم، وشاعرًا يمكنه التواصل مع أي شخص، ومواطنًا حي الضمير لكوكب الأرض دافع دون خوف عن مستقبلنا، وشخصًا لم يكل أو يمل في البحث عن الحقيقة. إنني أعي مدى عظم الخطوات التي أتبعها هنا، وما كنتُ لأتجرأ على محاولة فعل ذلك دون مساعدة عدد هائل من الأشخاص.

كما هو الحال مع الجزء الأول من كتاب وبرنامج «الكون»، يتداخل هذا الجزء أيضًا من الكتاب والبرنامج تداخلاً وثيقًا، ومن ثم يمتد شكري وتقديري لكلا الجانبين من أسرة عمل سلسلة «الكون».

أود أولاً شكر ستيفن سوتر، الذي شاركني أنا وكارل كتابة الجزء الأول من السلسلة عام 1980، التي حملت عنوان «الكون: رحلة شخصية»، وكذلك في معالجة «النواة»، وهو مشروع لم يتم إنتاجه قط واستند إليه الفصل العاشر من هذا الكتاب. وأدين بالشكر كذلك لسوتر لإطلاعي على أحدث ما توصل إليه الفكر الحديث بشأن انفجار بركان مونت بيليه. هذا ويتردد صدى تعاوني مع كارل وستيف في كل الأجزاء التالية من السلسلة. كما يتردد علمهما وابتكارهما وحسن خلقهما في جميع أجزاء هذا الكتاب والسلسلة.

على مدى مسيرتي المهنية، أُنعم عليَّ دائمًا بشركاء مبدعين لامعين وكرماء. فساهم برانون براجا مساهمة كبيرة في «الكون: رحلة في الوقت والفضاء»، وهو الجزء الذي اشتركتُ في

كتابته مع ستيف. والآن، في الجزء الثالث من سلسلة «الكون» التليفزيونية، سعدتُ كثيرًا بالجلوس في غرفة واحدة مع برانون على مدى عامين تشاركنا فيهما التفكير والكتابة، ثم إخراج الحلقات وإنتاجها معًا. أعتز بتلك الأوقات وأشكر برانون على صبره الشديد معي ومساهماته العديدة في سلسلة «الكون».

انضم إلينا لبعض الوقت في غرفة الكُتَّاب آندريه بورمانيس وسامويل ساجان. ويعد آندريه، الذي عمل أيضًا مستشارًا علميًّا في موقع العمل، مثلاً يُحتذى به في سعة الاطلاع والرقة. أما سام فقد لفت انتباهنا إلى بعض من أفضل القصص التي رويت في كلا الموسمين، وألهمنا بمعرفته بالحضارات القديمة وأدى أدوارًا أخرى في عملية الإنتاج.

في أثناء الأسابيع الأخيرة من التصوير، عانى سام من نزيف بالدماغ كاد يفتك بحياته. وأدين بشدة لدكتور نستور جونزاليس والأطباء والممرضين الآخرين في وحدة العناية المركزة بقسم علم الأعصاب في مستشفى سيدرز سيناي لتعافي سام وحفاظهم على تفرده الذي لا يمكن استبداله. وأشكر الدكتور رون بينباسات بوجه خاص لاعتنائه بسام ولطفه متعدد الأوجه معنا في أثناء الأسابيع التي قضاها سام في وحدة العناية المركزة. وقد ساعدنا اهتمام جنيس أونتيفروس وساشا ساجان على تحمل تلك الأسابيع المروعة. وسمح جوناثان نويل ولوري روبنسون بحبهما الدائم بوجود ساشا معنا دائمًا. وقد ساهمت جنيس بصوتها في النسخة الصوتية من الكتاب، بينما أعادت ساشا جدتها، راشيل ساجان، إلى الحياة ببهاء حين جسدتها في البرنامج.

لولا سيث ماكفارلن ما كان ليوجد على الأرجح موسم آخر من برنامج «الكون» على التليفزيون بعد الموسم الأول. فكل ما صارت عليه السلسلة منذ ذلك الحين يرجع إلى التزام سيث الحماسي بتقديمها إلى جيل جديد. وقد أدى إصراره على بيتر رايس، الذي كان في ذلك الوقت المدير التنفيذي لمجموعة شبكات Fox، ورؤية بيتر لما يمكن أن يُعرض في شبكة تجارية

تليفزيونية في وقت الذروة، إلى توافر الوسائل والحرية لصناعة جزء «الكون: رحلة في الوقت والفضاء» في عام 2014. وأود أن أتوجه بالشكر أيضًا، في قناة Fox، إلى شانون ريان وروب ويد وفيبي تيسديل وأليكس بايبر. وقد كانت رغبة قناة National Geographic في المشاركة على نحو متساوٍ مع قناة Fox هي التي ساعدت في جعل موسمنا الثاني الأعظم في تاريخ التليفزيون العالمي. وظلت National Geographic، مع Fox، أفضل شريكين ممكنين. ونظرًا لدعم National Geographic الكريم في كل الأوقات، أدين بكثير من الفضل لجاري نيل وكورتيني مونرو وكريس ألبرت وكيفن تاو موس وهيذر دانسكين وآلان بتلر، فقد فاق دعمهم الحد!

إن برنامج «الكون: عوالم محتملة» المكون من 13 حلقة هو نتاج عمل أكثر من ألف شخص على مدى خمس سنوات.

كان جيسون كلارك، شريكي في الإنتاج التنفيذي للبرنامج، شريكًا عزيزًا منذ أول أيام آخر موسمين من البرنامج حتى الانتهاء منهما وتوزيعهما عالميًّا. وعلى مدى موسمين شاهدتُ جو ميكوتشي وهو يترقى من مجرد مساعد إلى منتج للسلسلة. وما كان البرنامج ليصير في رعاية شخص أكثر مهارة منه ووعي. أتوجه بالشكر كذلك لنيل ديجراس تايسون على براعة أدائه في تقديم البرنامج. ونحن محظوظون بوجود مدير التصوير المتميز كارل والتر ليندينلاوب معنا لتصوير البرنامج بالضوء والظلال، وكذلك بوجود الموسيقار آلان سيلفستري الحائز على الجوائز لتأليف الموسيقى التصويرية، وكارا فالو لقيادة فريق العمل الذي جعل الرسوم المتحركة في البرنامج تبدو في أبهى صورها، وكذلك جيف أوكون رئيس المشرفين على المؤثرات البصرية، للعمل على تجسيد أكثر أحلامنا جموحًا.

وتتضمن أسرة عمل البرنامج المبدعة والمكدة إلى أقصى الحدود، على سبيل المثال لا الحصر سابرينا كوربوز أسبيراس، وأندرو براندو، وروث كارتر، ومارجوري تشودوروف، وريان

تشرتش، وكيمبرلي بيك كلارك، وأليكسندريا كوريجان، وجين داي، وأليكس دي لا بينيا، وهانا دورست، وآدم دروكسمان، وجون دوفي، وجاك جيست، وجيل جولدبرج، ولوكاس جراي، وجون جريسلي، وكوبي جرينبرج، ونيل جرينبرج، وزاك جروبلر، وراشيل هارجريفز- هيلد، وكوني هندريكس، ومارا هيردمان، وجوليا هودجز، وديفيد إشيوكا، وشيلا جايف، وديوك جونسون، وماثيو كيلر، وجريجوري كينج، وتوني لارا، وكارلوس ماريمون، وجيمس أوبيرلاندر، وسكوت بيرلمان، وكلينيت مينيس ساجان، ونيك ساجان، وصفاء سامي زاده يزد، وإيريك سيرز، وجوزيف سيفرتون، وديفيد شابيرو، وإليوت تومسون، وماكس فوتولاتو، وبرينت وودز.

ومن العوامل التي لعبت دورًا محوريًّا في تحقيق رسالتنا استعداد علماء بارزين للسماح لنا بإمطارهم بأسئلتنا لكل من الكتاب والبرنامج. والأخطاء التي ربما تكون قد تسللت إليهما هي أخطائي وحدي. وأنا ممتنة هنا لكل من جوناثان لونين، وديفيد دونكان أستاذ العلوم الفيزيائية ومدير مركز كورنيل للفيزياء الفلكية وعلم الكواكب بجامعة كورنيل؛ ومايكل آلن الأستاذ الفخري لعلم أمراض النبات وأستاذ الأحياء ومدير مركز علم الحفاظ على الأحياء بجامعة كاليفورنيا بريفرسايد؛ ودكتور كينيث كاربنتر عالم مشروعات عمليات هابل بمركز جودارد لرحلات الفضاء التابع لوكالة ناسا؛ وديفيد أندرسون أستاذ كرسي سيمور بنزر المتخصص في علم الأحياء بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا؛ وتوبي أولت الأستاذ المساعد لعلوم الأرض والغلاف الجوي بجامعة كورنيل؛ وبيتر بيلوود الأستاذ الفخري بكلية الآثار والأنثروبولوجيا بجامعة أستراليا الوطنية؛ وروبرت بير أستاذ كرسي ويليام آر كينان الابن في قسم الفيزياء التطبيقية بكلية العلوم الإنسانية والطبيعية والمدير المشارك لمركز أبحاث ستانفورد للصوتيات بجامعة ستانفورد؛ وشون كارول المتخصص في علم الكونيات النظري ونظرية الحقل الكمومي والجاذبية بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا؛ وألكسندر هايس الأستاذ المساعد في علم الفلك بجامعة كورنيل؛ وليزا كالتينجر الأستاذة المشاركة في علم الفلك ومديرة معهد كارل ساجان بجامعة

كورنيل؛ وباريت كلاين الأستاذ المشارك لعلم الأحياء بجامعة ويسكونسن؛ وبيتر كلوبار المدير الهندسي ببرنامج Breakthrough Starshot؛ وإبراهام آفي لوب أستاذ كرسي فرانك بي بيرد الابن في العلوم، ورئيس قسم علم الفلك، ومدير معهد النظريات والحوسبة، والمدير المؤسس لمبادرة الثقب الأسود، ورئيس اللجنة الاستشارية لبرنامج Breakthrough Starshot، ونائب رئيس مجلس الفيزياء وعلم الفلك بالأكاديميات الوطنية بجامعة هارفارد؛ وديفيد ميلر أستاذ الهندسة الكهربائية بمؤسسة ويليام مايرون كيك، وأستاذ الفيزياء التطبيقية بجامعة ستانفورد؛ ودكتور إدوين كروب مدير مرصد جريفيث؛ وماسون بيك الأستاذ المشارك للهندسة الميكانيكية وهندسة الفضاء الجوي بجامعة كورنيل؛ وتوماس سيلي أستاذ كرسي هوريس وايت المتخصص في علم الأحياء بجامعة كورنيل؛ وبيت وردن المدير التنفيذي لبرنامج Breakthrough Starshot، والمدير السابق لمركز أميس للأبحاث بوكالة ناسا؛ وستيفن زيندر أستاذ الأحياء المجهرية بجامعة كورنيل.

هذا وأشعر بامتنان خاص لداريو روبليتو، الصديق والفنان البارز، لما رواه لي من قصص أنجيلو موسو وجيوفاني ثرون وهانز برجر، ولما منحته لي صداقته من سعادة. وترجع فكرة رواية قصة أسوكا في الكتاب إلى سام ساجان. وكانت رواية الكاتبة جيتا ميهتا الحماسية لقصة حياة ذلك الرجل هي ما أيقظ الوعي داخلي بمدى تأثير تلك القصة. لذا فإني أشكر جيتا على استجابتها الكريمة على اهتمامي بإعادة رواية القصة.

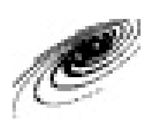
أدين بفضل خاص لبام آبي لإخلاصها وتفانيها في العمل معنا على مدى عقدين، وكذلك فانيسا جودوين لما قدمته من مساعدة خبيرة في إعداد نص هذا الكتاب وكرمها معي على مدى إنتاج السلسلة. أشكر أيضًا كاثي كليفلاند لتوليها المسئولية في غيابي ولصداقتها، وباتي سميث لمساعدتها الكريمة. إن ثقتي في أولئك السيدات هي ما مكنني من التركيز على هذا العمل.

وما كنتُ لأعمد إلى تأليف هذا الكتاب لولا مقابلتان ملهمتان مع شخصيتين؛ الأولى مع سوزان جولدبيرج، رئيس تحرير مجلة National Geographic، والثانية، التي كانت الأولى من بين عدة مقابلات لاحقة، مع ليزا توماس ناشرة كتب National Geographic. أود التوجه بالشكر لهما لما قدمتاه من معلومات تحريرية مؤثرة وإخلاصهما في توجيه هذا الكتاب حتى ظهر إلى النور. لقد كان عملي مع ليزا بدءًا من الفصل الأول حتى هذه الصفحة متعة خالصة لي. وأود أن أشكر أيضًا المحررة الأولى سوزان تايلر هيتشكوك، وهيلاري بلاك نائب رئيس التحرير، وأليسون جونسون مديرة المشروعات التحريرية الأولى، وميليسا فاريس المديرة الإبداعية، وسوزان بلير مديرة التصوير، وجيل فولي محررة الصور، وجينيفر ثورنتون مديرة التحرير، وجوديث كلاين محررة الإنتاج الأولى. ما كان هذا النص أن يوجد بين أيادٍ أفضل من أولئك السيدات، وأود أن أشكرهن كذلك على الجمال المرئي والتأمل الواعي في اختيارهن للصور الموضحة في هذا الكتاب.

علاوةً على ذلك، أدين بالفضل لصديقيّ عمري جوناثان كوت وإرني إيبان لبعض من الحكم الساخرة الأكثر ملاءمة وإثارة للذهن في هذا الكتاب. كما أني محظوظة لتمتعي دومًا بالمشورة الحكيمة من ديفيد نوكيمسون وجوي فيلي.

وأخيرًا أعبر عن حبي وإعجابي بليندا أوبست؛ فعمق كل محادثاتنا في الشرفات المتعددة ومرحها هو ما أضفى متعة كبيرة على الوقت الذي قضيته في لوس أنجلوس في أثناء صنعي لهذه البرامج وتأليفي لهذا الكتاب.

نبذةٌ عن الكاتبةِ



آن درويان هي المدير الإبداعي لمشروعِ الرسالةِ بينَ النجومِ التي أُرسِلت على متنِ مركبةِ «فوياجر» التابعةِ لوكالةِ ناسا، ومديرةُ برنامجِ أولِ بعثةِ شراعٍ شمسيٍّ إلى الفضاءِ السحيقِ انطلقتْ على متنِ صاروخٍ باليستي روسيٍّ عابرٍ للقاراتِ عامَ 2005. وقد شاركتْ زوجَها الراحلَ كارل ساجان في تأليفِ الجزءِ الأولِ مِن البرنامجِ التلفزيونيِّ الحائزِ على جائزتَيْ إيمي وبيبودي في ثمانينياتِ القرنِ العشرينَ، «الكونُ: رحلةٌ شخصيةٌ»، بالإضافةِ إلى ستةٍ مِن الكتبِ الأعلى مبيعًا في قائمةِ نيويورك تايمز. هذا فضلاً عن مشاركتِها في كتابةِ وإنتاجِ الفيلمِ السينمائيِّ «اتصال» Contact من إنتاجِ شركةِ Warner Bros وبطولةِ جودي فوستر وإخراجِ روبرت زيميكس. كانتْ درويان كذلكَ المنتجةَ التنفيذيةَ الرئيسيةَ والمخرجةَ والمؤلفةَ المشاركةَ لبرنامجِ «الكون: رحلة في الوقت والفضاء» الذي أُنتِج لشبكةِ Fox وقناةِ National Geographic، والذي حازتْ عنه على جائزةَ بيبودي وجائزةَ نقابةِ المنتجينَ الأمريكِيِّين وجائزةَ إيمي في عامِ 2014. وقد عُرِض هذا البرنامجُ، الذي حصل على 13 ترشيحًا لجائزةِ إيمي، في 181 دولةً. ودرويان كذلكَ المنتجةُ التنفيذيةُ والكاتبةُ والمخرجةُ والمبدعةُ لبرنامجِ «الكونُ: عوالمُ محتملة» الذي بُثَّ لأولِ مرةٍ في عامِ 2020. ويدورُ الكويكبانِ ساجان (2709) ودرويان (4970) معًا في مدارٍ واحدٍ أَبَدِيٍّ حولَ الشمسِ.

cosmos-1.jpg_